U. S. NATIONAL MUSEUM

LIBRARY OF

Henry Guernsey Hubbard

AND

Eugene Amandus Schwarz

DONATED IN 1902

ACCESSION NO. 177507

50543

KOSMOS.

Zeitschrift

für die gesamte Entwickelungslehre,

unter Mitwirkung zahlreicher namhafter Forscher

herausgegeben

von

Dr. B. Vetter.

Jahrgang 1886. Erster Band.

Januar — Juni.

(Der ganzen Reihe X. Jahrgang. XVIII. Band.)

Mit mehreren Holzschnitten.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1886.

SMITHSONIAN INSTITUTION NATIONAL MUSEUM

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg. Carl Grüninger. Stuttgart.

MUSEUM

Abhandlungen.

Seite

Carneri, B., Die Moral und die Volksschule 273
— — Vergängliches und Bleibendes im Darwinismus 401
Dalla Torre, Prof. Dr. K. W., Heterotrophie. Ein Beitrag zur Insekten-Biologie. (Mit 2 Holzschnitten.) 12
Franke, Dr. Carl, Über die Entwickelung der menschlichen aus der tierischen Sprache 98
Fuchs, K., Mikromechanische Skizzen. (Mit 49 Holzschnitten.) . 183. 285. 416
Harnack, Prof. Dr., Axel, Naturforschung und Naturphilosophie 161
Henking, Dr. H., Nahrungserwerb und Nestbau von *Theridium riparium* (Blackw.) Thor. (Mit 4 Holzschnitten.) 1
Hoffer, Prof. Dr. Eduard, Wunderbares Erinnerungsvermögen der Hummeln. Ein Beitrag zur Thierpsychologie 111
Jordan, Karl Friedr., Wie ist heute Hume's Theorie der Kausalität zu beurteilen? I. 359
Ludwig, Dr. F., Über das Blühen eines brasilianischen *Phyllanthus* (*Ph. Niruri?*) 35
Müller, Fritz, Feijoa, ein Baum, der Vögeln seine Blumenblätter als Lockspeise bietet. (Mit 1 Holzschnitt.) 93
Müller, Dr. W., Beobachtungen an Wanderameisen (*Eciton hamatum* Fabr.). (Mit 7 Holzschnitten.) 81
Notthaft, Dr. J., Die physiologische Bedeutung des facettierten Insektenauges. (Mit 2 Holzschnitten) 442
Potonié, Dr. H., Die Entwickelung der Pflanzenwelt Norddeutschlands seit der Eiszeit 176
Rau, Albrecht, Kant und die Naturforschung. Eine Prüfung der Resultate des idealistischen Kritizismus durch den realistischen 348
Spencer, Herbert, Die Faktoren der organischen Entwickelung . . . 241. 321
Wagner, Moritz, Die Kulturzüchtung des Menschen gegenüber der Naturzüchtung im Tierreich 19

Tagesfragen.

Vetter, B., Die Reform unserer Gymnasien 38

Wissenschaftliche Rundschau.

Anthropologie.

Seite
Petri, Prof. Dr. E., Die Ehrlichkeit unter den sogenannten Naturvölkern . 462

Kulturgeschichte.

Carneri, B., Leslie Stephen's Geschichte des englischen Denkens im 18. Jahrhundert 44

Zoologie.

Müller, Fritz, Feigenwespen 55
Die Lage des Vogeleies im Uterus 126
Über *Sphaerularia bombi* 213
Über funktionelle und phylogenetische Beziehungen der Seitenorgane zum Gehörorgan der Wirbeltiere 388
Bergh, R. S., Die weitere Entwickelung der ostindischen *Peripatus*-Arten 454

Botanik.

Müller, Fritz, Die Geschlechterdifferenzierung bei den Feigenbäumen . . 62
Keller, Rob., Aufspeicherung und Wanderung der Kohlehydrate in der Pflanze 129
— — Das Prothallium von *Lycopodium*. (Mit 3 Holzschnitten.) 140
— — Über den Einfluß der Standortsverhältnisse auf die anatomische Struktur der Pflanzen 218
— — Zur Kenntnis der Phycomyceten 302
— — Die botanischen Ergebnisse der Challengerexpedition. 1. Verbreitung der Pflanzen durch Meeresströmungen und Vögel 391
— — Die fossilen Ahornarten 464

Geologie.

Vater, Heinrich, Die gesteinsbildenden Kalkalgen und die Entstehung strukturloser Kalke 305

Paläontologie.

Fossile Insekten der Primärzeit 64

Philosophie.

Rau, Albrecht, Der Seelenglaube 115
Nathan, Dr., Herbart's Ansicht über die Stellung des Menschen zum Tier 120
Wernicke, Dr. Alex., Die Entstehung des Gewissens und die Illusion der Willens-Freiheit. Eine Studie im Hinblick auf Rée's gleichbetitelte Arbeiten 372

Psychologie.

Düsing, C., Die physischen Bedingungen des Bewußtseins 451

Litteratur und Kritik.

Seite

Beglinger, Johannes, Das Weltgesetz, oder neue Theorie der allgemeinen Schwere 308

Behrens, Joh., Beitrag zur Kenntnis der Befruchtungsvorgänge bei *Fucus vesiculosus* 469

Bertram, W., Schulbotanik. Tabellen zum leichten Bestimmen der in Norddeutschland häufig wildwachsenden und angebauten Pflanzen etc., nebst den Grundzügen der allgemeinen Botanik. 2. neubearb. Auflage . . 312

Bourne, A. G., On the supposed communication of the vascular system with the exterior in *Pleurobranchus* 155

Brooks, W. K., The law of heredity. A study of the cause of variation and the origin of living organisms 67

Darwin's, Charles, Gesammelte kleinere Schriften. Herausgegeben von Dr. Ernst Krause 468

Dickerhoff, W. und P. **Grawitz**, Die Acne contagiosa des Pferdes und ihre Aetiologie 145

Eckstein, Friedr., Das Phänomen der Verdichtung. Eine naturphilosophische Studie 308

Eichler, A. W., Syllabus der Vorlesungen über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik. 4. verb. Auflage 315

Fischer, Joh. von, Das Terrarium, seine Bepflanzung und Bevölkerung. Ein Handbuch für Terrarienbesitzer und Tierhändler. (Mit 40 Holzschnitten.) 73

Holle, Dr. H. G., Leitfaden für den Unterricht in der Botanik an höheren und mittleren Schulen 312

Kaiser, Heinrich, Ein Einfluten des Aethers die Ursache der Gravitation, Rotation, des Umlaufes und anderer Erscheinungen 308

Kiessling, A. Prof., Die Dämmerungserscheinungen im Jahr 1883 und ihre physikalische Erklärung 476

Krieger, Dr. R., Grundriß der Zoologie für höhere Lehranstalten, insbesondere für Gymnasien 312

Kulke, Ed., Über die Umbildung der Melodie. Ein Beitrag zur Entwickelungslehre 74

Nadaillac, de, Die ersten Menschen und die prähistorischen Zeiten mit besonderer Berücksichtigung der Urbewohner Amerikas. Herausgegeben von W. Schlösser und Ed. Seler 147

Palmieri, Luigi, Die atmosphärische Elektrizität 400

Planté, Gaston, Untersuchungen über Elektrizität. Deutsch von J. G. Wallentin 474

Preyer, Prof. W., Über Muskelruhe und Gedankenlesen 229

— — Die Erklärung des Gedankenlesens, nebst Beschreibung eines neuen Verfahrens zum Nachweise unwillkürlicher Bewegungen 229

Rethwisch, Dr. Ernst, Der Irrtum der Schwerkrafthypothese. Kritik und Reformthesen. Zweite vermehrte Auflage 308

Saporta, G. de et A. F. **Marion**, L'évolution du règne végétal: Les phanérogames 471

Schäffer, Ludwig, Der Raum. Studie zu einer kineto-monistischen Weltanschauung 399

Schwarz, Prof. Dr. H., Stoff und Kraft in der menschlichen Arbeit oder die Fundamente der Produktion 154

Seite

Sterne, Carus, Werden und Vergehen. Eine Entwickelungsgeschichte des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage 227

Stüven, Hermann, Darstellung und Kritik der Grundsätze des Materialismus 477

Volkens, Dr. Georg, Zur Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Eine vorläufige Skizze 152

Wiesner, Julius, Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Zweite Auflage 142

Bibliographie.

a) Zeitschriften 75

Archiv f. ges. Physiologie des Menschen und der Thiere. Bonn 318

Botanisches Zentralblatt. Cassel 319. 479

Botanische Jahrbücher f. Systematik etc. Leipzig 317. 479

Botanische Zeitung. Leipzig 320

Nature. London 231

Revue scientifique. Paris 76

Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Leipzig 75

b) Bücher und Separatabdrücke 156

Notizen.

Zerstörung indischer Monumentalbauten 79

Ein Nervensystem bei darmlosen Strudelwürmern 80

Zur Frage von der Ausdehnung der Gletscher in früherer Zeit 80

Die Zahl unserer Vorfahren 159

Darwinismus im Altertum 159

Schwarz und Weiß in der Dämmerung 160

Polyembryonale Brutkapseln bei Wirbeltieren 238

Geröllstein-Figuren in Dakota 239

Walfisch-Beobachtungen in Norwegen 240

Parasiten der Schwalben 240

Autoren-Register.

A. bedeutet Abhandlungen. R. Autoren der unter „Wissenschaftliche Rundschau", L. Autoren der unter „Litteratur und Kritik" besprochenen Werke. Vf. M. Verfasser von Mitteilungen in der „Wissenschaftlichen Rundschau", Vf. L. Verfasser von Litteraturbesprechungen. Die Beiträge des Herausgebers zu letzteren beiden Abteilungen sowie die „Notizen" u. s. w. sind hier nicht unter besonderen Autornamen aufgeführt.

	Seite
Beard, John, Ableitung des Gehörorgans von den Seitenorganen. R.	390
Beglinger, Joh., Das Weltgesetz oder neue Theorie der allgem. Schwere. L.	308
Behrens, Johs., Befruchtungsvorgänge bei *Fucus vesiculosus*. L.	469
Bentham, Ethik	48, 50
Bergh, R. S., Entwickelung der westindischen *Peripatus*-Arten. Vf. M.	454
Bertillon, Alph., Farbe der Iris	76
Bertram, W., Schulbotanik, Tabellen zum leichten Bestimmen etc. L.	312
Bourne, A. G., On the supposed communication of the vascular system with the exterior in *Pleurobranchus*. L.	155
Brongniart, Charles, Fossile Insekten der Primärzeit. R.	64
Brooks, W. K., The law of heredity. L.	67
Bruchmann, Prothallium von *Lycopodium*. R.	140
Carneri, B., Leslie Stephen's Geschichte des engl. Denkens im 18. Jahrhundert. Vf. M.	44
— Die Moral und die Volksschule. A.	273
— Vergängliches und Bleibendes im Darwinismus. A.	401
Carus, J. V., Prodromus Faunae Mediterraneae. II. Arthropoda	158
Corute, Aug., Über Dysteleologie.	412
Costantin, Einfluß der Standortsverhältnisse auf die anatomische Struktur der Pflanzen. R.	218
Dalitzsch, Zur Kenntnis der Blattanatomie der Aroideen	480
Dalla Torre, Prof. Dr. K. W. von, Heterotrophie. Ein Beitrag zur Insekten-Biologie. A.	12
Dalton's Atomenlehre	349
Darwin's Entstehung der Arten 245; Ansichten über Vererbung funktionell erzeugter Abänderungen 265; Einwirkungen der Außenwelt auf die Organismen	325
Darwin, Charles, Gesammelte kleinere Schriften, herausg. von E. Krause. L.	468
Dickerhoff, W., und P. Grawitz, Die Acne contagiosa des Pferdes und ihre Ätiologie. L.	145
Du Bois-Reymond, Grenzen des Naturerkennens etc.	165, 167
Düsing, C., Die physischen Bedingungen des Bewußtseins. Vf. M.	451
Eckstein, Friedr., Das Phänomen der Verdichtung. L.	308
Ehrenbaum, E., Struktur der Muschelschale	75
Eichler, A. W., Syllabus der Vorlesungen über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik. 4. Auflage. L.	315
Elsner, Dr. Fritz, Die Praxis des Nahrungsmittel-Chemikers	158
Exner, S., Cylinder, welche optische Bilder entwerfen	319
Fankhauser, Prothallium von *Lycopodium*	140
Fischer, Joh. von, Das Terrarium, seine Bepflanzung und Bevölkerung. L.	73
Forbes, H. O., Schutzfärbung einer Taube	78

Seite

Forel, Prof. A., Über *Eciton* und *Labidus* 89, 91
Forel, F. A., Temperatur des Körpers beim Steigen 77
Franke, Dr. Carl, Über die Entwickelung der menschlichen aus der tierischen Sprache. A. . . 98
Fuchs, Karl, Mikromechanische Skizzen. A. 183, 285, 416
— Der Irrtum der Schwerkrafthypothese, von E. Rethwisch. Vf. L. 308
— Ein Einfluten des Äthers die Ursache der Gravitation etc., von H. Kaiser. Vf. L. 308
— Das Phänomen der Verdichtung, von Fr. Eckstein. Vf. L. . . 308
— Das Weltgesetz oder neue Theorie der allgemeinen Schwere, von J. Beglinger. Vf. L. . . . 308
Gärtner, Bastarderzeugung im Pflanzenreich 70
Girard de Rialle, Ethnologie der Insel Formosa 237
Graff, L. von, Taubheit des Auerhahnes. 76
Grawitz, P., siehe Dickerhoff.
Günther, S., Die atmosphärische Elektricität, von L. Palmieri. Vf. L. 400
— Untersuchungen über Elektrizität, von Gast. Planté. Vf. L. 474
— Die Dämmerungserscheinungen i. J. 1883 u. s. w., von A. Kiessling. Vf. L. 476
Haacke, W., Polyembryonale Brutkapseln bei Wirbeltieren . . . 238
Haberlandt, G., Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, von J. Wiesner. Vf. L. 142
Hackel, E., Die kultivierten *Sorghum*-Arten und ihre Abstammung 479
Harnack, Prof. Dr. Axel, Naturforschung und Naturphilosophie. A. 161
Heinricher, Wasserversorgung des Blattmesophylls 319
Hemsley, Flora ozeanischer Inseln 397
Henking, Dr. H., Nahrungserwerb und Nestbau von *Theridium riparium* (Blackw.) Thor. A. . 1
Herbart, Über die Stellung des Menschen zum Tier. R. . . . 120
Herzen, Prof. A, Die physischen Bedingungen des Bewußtseins. R. 451
Hoffer, Prof. Dr. Ed., Wunderbares Erinnerungsvermögen der Hummeln, ein Beitrag zur Tierpsychologie. A. 111
Holle, Dr. H. G., Leitfaden für den Unterricht in der Botanik etc. L. 312

Seite

Hughes, W. R., Zur „Littoralfauna“. 235
Hume, David, Skeptizismus 45, 47, 49; —'s Theorie der Kausalität 200, 359
Hunt, A. R., „Zur Littoralfauna“ 234
Jordan, Karl Friedr., Wie ist heute Hume's Theorie der Kausalität zu beurteilen? A. 200, 359
Jungersen, H. F., Über polyembryonale Brutkapseln bei Wirbeltieren 239
Kaiser, Heinrich, Ein Einfluten des Äthers die Ursache der Gravitation, Rotation, des Umlaufes u. s. w. L. 308
Kant und die Naturforschung . . 348
Keller, Dr. Rob., Aufspeicherung und Wanderung der Kohlehydrate in der Pflanze. Vf. M. . . . 129
— Das Prothallium von *Lycopodium*. Vf. M. 140
— Über den Einfluß der Standortsverhältnisse auf die anatomische Struktur der Pflanze. Vf. M. . . 218
— Zur Kenntnis der Phycomyceten. Vf. M. 302
— Die botan. Ergebnisse der Challenger-Expedition I. Verbreitung der Pflanzen durch Meeresströmungen und Vögel. Vf. M. . . . 391
— Die fossilen Ahornarten. Vf. M. 464
Kennel, J. von, Entwickelung der westind. *Peripatus*-Arten. R. . 454
Kerz, Ferd., Erinnerungen an Sätze aus der Physik u. s. w. . . . 156
Kiessling, Prof. A., Die Dämmerungserscheinungen im J. 1883 u. s. w. L. 476
Kjellman, Über das Vordringen der Ausläufer im Boden . . . 480
Kowalewski, W., Wachstum der Getreidearten in Rußland . . . 233
Krause, Dr. Ernst, Gesammelte kleinere Schriften von Ch. Darwin etc. L. 468
Kraushaar, Rich., Hypophysis und Epiphysis der Nagetiere . . 76
Krieger, Dr. R., Grundriß der Zoologie für höhere Lehranstalten. L. 312
Kulke, Eduard, Über die Umbildung der Melodie. L. 74
Laloi, Pierre, La 1re année d'instruct. morale et civique . . . 279
Landenberger, Gotth., Die Zunahme der Wärme mit der Tiefe ist eine Wirkung der Schwerkraft 157
Landmark, A., Der Lachssprung an Wasserfällen 236

Seite

Leslie Stephen s. Stephen.
Leuckart, R., Über *Sphaerularia bombi*. R. 213
Ludwig, Dr. F., Über das Blühen eines brasilianischen *Phyllanthus* (*Ph. Niruri?*). A. 35
Lundström, Beobachtungen über die Biologie der Frucht . . . 480
Lunel, G., Farbvarietäten der Eier des Mönchsgeiers. R. 128
Magnus, P., Befruchtungsvorgänge bei *Fucus vesiculosus*. Vf. L. . 469
Marion, A. F. s. Saporta, G. de.
Marion, Henri, Leçons de morale 276
Mayr, Dr. Gust., Feigeninsekten. R. 55
Mayser, Beziehungen der Seitenorgane zum Gehörorgan. R. . . 389
Meyer, Arthur, Assimilationsprodukte der Laubblätter etc. R. . 129
Miles, Manly, Unbewußter Zwang beim Gehen 235
Möbius, Über den Glanz der gelben *Ranunculus*-Blüten 219
Moseley, Prof. H. N., Die Fauna der Meeresküste 231
— Verbreitung der Pflanzen durch Meeresströmungen. R. 393
Müller, Fritz, Feigenwespen. Vf. M. 55
— Die Geschlechterdifferenzierung bei den Feigenbäumen. Vf. M. . 62
— The Law of Heredity, by W. K. Brooks. Vf. L. 67
— Feijoa, ein Baum, der Vögeln seine Blumenblätter als Lockspeise darbietet. A. 93
Müller, Dr. Wilh., Beobachtungen an Wanderameisen (*Eciton hamatum* Fabr.). A. 81
Nadaillac, de, Die ersten Menschen und die prähistorischen Zeiten. L. 147
Nathan, Dr. J., Herbart's Ansicht über die Stellung des Menschen zum Tier. Vf. M. . . . 120
Nathusius-Königsborn, W. von, Lage des Vogeleies im Uterus. R. 127
Nordenskjöld, A. E., Eine alte Abbildung des Mammut . . . 232
Notthaft, Dr. J., Die physiologische Bedeutung des facettierten Insektenauges. A. 442
Palmieri, Luigi, Die atmosphärische Elektrizität. L. 400
Pax, Dr. Ferd., Monographie der Gattung *Acer* 317; — Die fossilen Ahornarten. R. 464
Petri, Prof. Dr. Ed., Die Ehrlichkeit unter den sogen. „Naturvölkern". Vf. M. 462

Seite

Planté, Gaston, Untersuchungen über Elektrizität. L. 474
Potonié, Dr. H., Zur Flora der ägyptisch-arabischen Wüste, von Dr. G. Volkens. Vf. L. . . . 152
— Die Entwickelung der Pflanzenwelt Norddeutschlands seit der Eiszeit. A. 176
— Syllabus der Vorlesungen über spez. und medizinisch-pharmazeut. Botanik, von A. W. Eichler. Vf. L. 315
— Phylogenie der Phanerogamen, von Saporta und Marion. Vf. L. 471
Preyer, Prof. W., Über Muskelruhe und Gedankenlesen. L. . . 229
— Die Erklärung des Gedankenlesens, nebst Beschreibung etc. L. 229
Rau, Albrecht, Der Seelenglaube. Vf. M. 115
— Kant und die Naturforschung. A. I. 348
— Raum, Der. Skizze etc. von L. Schäffer. Vf. L. 399
— Darstellung und Kritik der Grundsätze des Materialismus etc., von Herm. Stüven Vf. L. . . . 477
Rée, Dr. Paul, Die Entstehung des Gewissens und die Illusion der Willensfreiheit. R. 372
Rethwisch, Dr. E., Der Irrtum der Schwerkrafthypothese. L. . 308
Saporta, G. de, et A. F. Marion, L'évolution du règne végétal: Les phanérogames. L. 471
Schäffer, L., Der Raum. Skizze zu einer kineto-monist. Weltanschauung. L. 399
Schimper, A. F. W., Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. R. 129
Schipiloff, K., Einfluß der Nerven auf die Erweiterung der Pupille bei Fröschen 318
Schlösser, W., und Ed. Seler, Die ersten Menschen u. s. w., nach de Nadaillac. L. 147
Schneider, A., Über *Sphaerularia bombi*. R. 213
Schwarz, Prof. Dr. H., Stoff und Kraft in der menschl. Arbeit. L. 154
Schwiedland, E., Stoff und Kraft in der menschl. Arbeit, von H. Schwarz. Vf. L. 154
Seler, Ed. siehe Schlösser, W.
Silliman, W. A., Süßwasserturbellarien Nordamerikas 75
Solger, B., Funktionelle u. phylogenetische Beziehungen der Seiten-

Seite

organe zum Gehörorgan der Wirbeltiere. Vf. M. 388
Solms-Laubach, H. Graf zu, Die Geschlechterdifferenzierung bei den Feigenbäumen. R. . . 62
Spaink, P. F., Darwinismus im Altertum 159
Spencer, Herbert, Die Faktoren der organischen Entwickelung. A. 241, 321
Spengel, Dr. J. W., Verbindung des Gefäßsystems von *Pleurobranchus* mit der Aussenwelt, von A. G. Bourne. Vf. L. . . . 155
Spitzer, Dr. Hugo, Beiträge zur Deszendenztheorie und zur Methodologie der Naturwissenschaft 404
Stephen, Leslie, Geschichte des engl. Denkens im 18. Jahrhundert. R. 44
Sterne, Carus, Werden und Vergehen. 3. Auflage. L. 227
Stüven, Hermann, Darstellung und Kritik der Grundsätze des Materialismus. L. 477
Svoboda, Dr. Adalb., Krit. Geschichte der Ideale. I. Der Seelenwahn. R. 115
Taschenberg, Dr. O., Färbung der Vogeleier. R. 126
Timiriazeff, C., Farbloses Chlorophyll 237
Todd, J. E., Geröllsteinfiguren in Dakota 239
Treat, Mrs. Mary, Die Kannenpflanze *Sarracenia variolaris* . 236
Treub, Prothallium von *Lycopodium*. R. 141
Vater, Heinr., Die gesteinsbildenden Kalkalgen etc. Vf. M. . . 305
Vetter, B., Tagesfragen. I. Die Reform unserer Gymnasien . . 38

Seite

Violet d'Aouest, Subaërische Thonbildungen in Mexico . . . 238
Volkens, Dr. Georg, Zur Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. L. 152
Wagner, Moritz, Die Kulturzüchtung des Menschen gegenüber der Naturzüchtung im Tierreich. A. 19
Wallentin, Prof. Dr. Ignaz, Übersetzung von Planté's Untersuchungen etc. L. 474
Walther, Joh., Die gesteinsbildenden Kalkalgen u. s. w. R. . 305
Warming, Über die Biologie der Ericineen Grönlands 479
Watson, W., Über Kannenpflanzen 236
Weismann, A., Nichtvererbung erworbener Eigenschaften 405; — Kontinuität des Keimplasmas 406
Wernicke, Dr. Alex., Die Entstehung des Gewissens und die Illusion der Willensfreiheit. Vf. M. 372
Werther, Moritz, Über die Absonderung der Salze im Speichel 319
Wesley, John 54
Wesson, Edw., Das Zurückweichen der Niagarafälle 233
Wiesner, Julius, Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. L. 142
Williamson, Prof. W. C., Zur Phylogenie der Phanerogamen . 238
Wittrock, Geschlechterverteilung bei *Acer platanoides* L. etc. . . 480
Wright, R., Beziehungen der Seitenorgane zum Gehörorgan. R. 390
Zopf, W., Die Acne contagiosa des Pferdes etc., von Dickerhoff und Grawitz. Vf. L. . . 145
— Zur Kenntnis der Phycomyceten. R. 302

Sach-Register.

Abänderungen, funktionell erzeugte, abl. 261.
Absonderung der Salze im Speichel 319.
Acer, Monographie der Gattung — 317.
Acer-Arten, fossile 464.
Acne contagiosa des Pferdes 145.
Aconitum Lycoctonum, Napellus 15.
Adhäsion zwischen Protoplasma und Nahrung 285, 417.
Admiralitätsinseln, Flora der — 396.
Ägyptisch-arabische Wüste, Flora der — 152.
Ahornarten, Die fossilen — 464, Geschlechterverteilung bei — 480.
Algen, Befruchtungsvorgänge bei — 469.
Ameisen, im Kampfe mit Spinnen 2.
Ameisenwanderungen 81.
Amerika, Vorgeschichte von — 148.
Amerikanische Rasse, Stabilität der — 31.
Anamnia, Seitenorgane der — 388.
Anatomischer Bau der Pflanzen, durch Standortsverhältnisse beeinflußt 218.
Andropogon arundinaceus spontaneus 479.
Anströmen hungrigen Protoplasmas an die Oberfläche 425.
Arktisch-alpine Pflanzen Norddeutschlands 177, 178.
Aroideen, Zur Blattanatomie der — 480.
Assimilationsprodukte der Laubblätter 129.
Aether, Einfluten des — 309.
Atlantische Pflanzen Norddeutschlands 181.
Atmosphärische Elektrizität 400.
Atombegriff 165.
Atomtheorie DALTON's 350.
Auerhahn, Taubheit des — 76.
Aufspeicherung der Kohlehydrate in der Pflanze 129.
Auge der Insekten, facettiertes — 442.
Ausläufer, Vordringen der — im Boden 480.
Ausstülpungen, Bildung von — an Protoplasmamassen 419.
Bastardzeugung 69.
Baumaterial von *Theridium riparium* 8.
Bedeutung, Physiologische, des facettierten Insektenauges 442.
Befruchtung bei Phycomyceten 303.
Befruchtungsvorgänge bei *Fucus vesiculosus* 469.
Begriffe, Natur der — 355.
Bermudasinseln, Flora der — 398.
Bewußtsein, Die physischen Bedingungen des — 451.
Blastoderm, Entstehung 340, Bedeutung 343.
Blastophaga-Arten aus Feigen 56, 57.
Blattanatomie der Aroideen 480.
Bleibendes im Darwinismus 401.
Blühen, Das, eines brasilian. *Phyllanthus* 35.
Blumenblätter von Feijoa 93.
Blutschande, Scheu vor — 19.
Bombus Gerstaeckeri, Heterotrophie 13, — *terrestris*, Ortsgedächtnis 111, — *mastrucatus* 114.
Boreal-alpine Pflanzen 177.
Botanik, Leitfaden zum Unterricht in der — 314, medizinisch-pharmazeutische — 315.
Brutkapseln, polyembryonale, bei Wirbeltieren 238.
Calendula-Arten, verschiedene Fruchtformen 480.
Challengerexpedition, Botanische Ergebnisse der — 391.
Chlorophyll, Farbloses 237.
Cilien, Schwingungen der — 437.
Cölomtheorie, HERTWIG'sche 456.
Commentry, fossile Insekten von — 64.
Critogaster, zu *Trichaulus* gehörig 59.
Cylinder, welche optische Bilder entwerfen 319.

Dämmerung, Schwarz und Weiß in der — 160.
Dämmerungserscheinungen, Die, i. J. 1883 u. s. w. 476.
Dänische Forschungen in Grönland 234.
Darmlose Strudelwürmer, ein Nervensystem bei — 80.
Darwinismus, im Altertum 159, Vergängliches und Bleibendes im — 401.
Deïsmus in England 46.
Deszendenztheorie 401, Beiträge zur — 404.
Devonische Insektenreste 64.
Diatomeen, Schwimmen der — 291, 293.
Dicke von Mark und Rinde 222.
Differenzierung von aussen und innen 330, 335, 340.
Ding an sich, Kant's 352.
Divergenz der Pseudopodien 427.
Eciton hamatum 81.
Ehrlichkeit der sogen. „Naturvölker" 462.
Einfluten des Äthers als Ursache der Gravitation etc. 309.
Einwanderung von *Sphaerularia* in die Hummeln 215.
Einwirkungen, unmittelbare, der Aussenwelt 324.
Eiszeit, Einfluß auf Norddeutschlands Pflanzenwelt 176.
Elektrizität, die atmosphärische 400, Untersuchungen über 474.
Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, von Wiesner 142.
Entstehung des Gewissens 372.
Entwickelung, organische, Die Faktoren der — 241, 321, — der menschlichen Sprache 98, — der Pflanzenwelt Norddeutschlands 176, — der westindischen *Peripatus*-Arten 454.
Epiphysis der Nagetiere 76.
Erblichkeit der Folgen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs 254.
Ericineen Grönlands, Zur Biologie der — 479.
Erinnerungsvermögen der Hummeln 111.
Erworbene Eigenschaften, Vererbung der — 405.
Ethnologie von Formosa 237.
Exogamie, Verbreitung der — 20, Entstehung 29.
Expansionstendenz in den Grenzschichten von Flüssigkeiten 196, — bei Kontakt mit festen Körpern 289, — im freien Protoplasma 418, 421.
Facettiertes Insektenauge, physiolog. Bedeutung des — 442.
Fadenstrahlung der Rhizopoden 416, Ursachen der — 429.
Faktoren, Die, der organischen Entwickelung 241, 321.
Farbe der Iris 76.
Farbenwechsel von Blumenblättern 95.
Farbloses Chlorophyll 237.
Färbung des Vogeleies 127.
Fauna der Meeresküste 231, 234, 235.
Feigenbäume, Geschlechterdifferenzierung bei den — 62.
Feigenwespen 55.
Feijoa, Blumenblätter als Lockspeise für Vögel 93.
Ficus, Insekten der Früchte 57, Geschlechtsdifferenzierung 62.
Flora, Zur, der ägyptisch-arab. Wüste 152, — der Eiszeit 176, — der Admiralitätsinseln 396, — der Bermudasinseln 398.
Flugvermögen, Verhältnis zur Ausbildung der Facettenaugen 442.
Flußthalpflanzen Norddeutschlands 182.
Flutzone, Einfluß auf die Littoralfauna 234.
Formosa, Ethnologie von 237.
Fossile Ahornarten 464, — Insekten der Primärzeit 64.
Französischer Moralunterricht 276, 279.
Freiheit des Willens, Die Illusion der — 372.
Fressen, Das, der Urtiere 289.
Frucht, Zur Biologie der — 480.
Fucus vesiculosus, Befruchtung 469.
Gallenerzeuger unter den Feigeninsekten 56.
Gastrula, Entstehung der — 340.
Gebärdensprache 103.
Gebrauch und Nichtgebrauch, Folgen des — 248, Erblichkeit derselben 254.
Gedankenlesen, Die Erklärung des — 229.
Gehörorgan der Wirbeltiere, Beziehungen zu den Seitenorganen 388.
Geröllstein-Figuren in Dakota 239.
Gesamtbewußtsein des Individuums 452.
Geschichte des englischen Denkens im 18. Jahrhundert 44.
Geschlechterdifferenzierung bei den Feigenbäumen 62.
Geschlechterverteilung b. Ahornarten. 480.
Geschlechtsorgane, Entwickelung der — von *Peripatus* 458.
Gesetz, Das, der Vererbung 67, — der Proportionen 349.
Gesteinsbildende Kalkalgen 305.
Gewissen, Die Entstehung des — 372.
Gewohnheit, Princip der — 359, 367.
Giftklauen von *Theridium* 6.
Giraffe, gleichzeitige Variation verschiedener Teile 252.
Glanz der gelben *Ranunculus*-Blüten. 319.
Glazialflora 176.
Gleichzeitige Ausbildung zusammenwirkender Teile 250.
Gletscher, Ausdehnung der — in früherer Zeit 80.

Glykose, Verhältnis zur Stärke 135.
Grönland, Dänische Forschungen in — 234.
Grönlands Ericineen 479.
Gymnasien, Reform der — 39.
Helligkeit, scheinbare, der Objekte 448.
Heterotrophie 12.
Himmel, Mechanik des — 156.
Hüllenbildung bei Organismen 330, 335.
Hummeln, Erinnerungsvermögen der — 111.
Hummelweibchen, Infektion durch *Sphaerularia* 214.
Hypophysis der Nagetiere 76.
Ideale, Kritische Geschichte der — 115.
Idealismus, dogmatischer 478.
Illusion, Die, der Willensfreiheit 372.
Indische Monumentalbauten, Zerstörung der — 79.
Insekten der Feigen 57; — fossile, der Primärzeit 64.
Insektenauge, facettiertes, physiologische Bedeutung des — 442.
Iris, Farbe der — 76.
Juden, Stabilität ihrer Merkmale 31.
Kalkalgen, gesteinsbildende 305.
Kalke, strukturlose, Entstehung der — 305.
Kanalbildung in Drüsen 432.
Kannenpflanzen 236.
Kapillaritätstheorie 183.
Karbonische Insekten 64.
Kausalitätsbegriff, Geschichte des — 169.
Kausalitätstheorie Hume's 200, 359.
Keimblätterbildung 340.
Keimchen, von den Körperzellen abgegeben 68.
Keimfähigkeit von im Meerwasser liegenden Samen 392.
Keimplasma, Kontinuität des — 406.
Kern der Zelle, Bedeutung für die Protoplasmaströmungen 434.
Kineto-monistische Weltanschauung 399.
Kohlehydrate, Aufspeicherung und Wanderung 129.
Kollenchym, Schwinden des — 220.
Konsonanten, Eintreten der — in die Sprache 108.
Kontakthaut zweier Flüssigkeiten 186, — an einer festen Wand 287.
Kontinuität des Keimplasmas 406.
Kontraktion der Muskeln 193.
Kontraktionstendenzen von Flüssigkeitsfäden etc. 186, — bei Kontakt mit festen Körpern 289.
Korrelative Variationen 259.
Kreuzungsprodukte zweier Arten 72.
Kriechen der Plasmodien 291.
Kritizismus, idealistischer, geprüft 348.
Kulturzüchtung des Menschen 19.
Kunst, Die, im Dienste des Seelenwahns 119.
Labidus Burchellii 83, Männchen von *Eciton* 89.
Lachssprung an Wasserfällen 236.
Lage, Die, des Vogeleies im Uterus 126.
Lagenidium Rabenhorsti 302, Befruchtung 303.
Lamarckismus 402, 408.
Längenwachstum von Pflanzenteilen 430.
Larven der Wanderameisen 89.
Lateralsinusse von *Peripatus* 455.
Lautäußerungen der Tiere 100, Lautsprache 103.
Lautgebärdensprache 105.
Lautnachahmung 108.
Lehrbuch der Moral 276, 279.
Leibeshöhle, Entstehung der — bei *Peripatus* 455.
Lepidodendron, Stellung im System 472.
Lithothamnien 305.
Littoralfauna 231, 234, 235.
Lockspeise für Vögel, Blumenblätter als — dienend 93.
Lößbildungen in Mexiko 238.
Luftelektrizität 400.
Lufträume in Wasserpflanzen 224.
Luftteile von Pflanzen, im Boden entwickelt 219, im Wasser 225.
Lycopodium, Das Prothallium von — 140.
Mammut, alte Abbildung des — 232.
Männchen, vielgestaltige, von Feigenwespen 59.
Mark, Dicke des — im Verhältnis zur Rinde 222, 225.
Materialismus, Forderungen des — 167, Darstellung und Kritik der Grundsätze des — 477.
Mechanik des Himmels 156.
Medium, Wirkungen des äußeren — auf Organismen 324, 329.
Meeresströmungen, Pflanzenverbreitung durch — 391.
Melibe papillosa 76.
Melodie, Die Umbildung der — 74.
Mensch, Kulturzüchtung des — 19, — ein Dauertypus 22, Stellung des — zum Tier 120.
Migrationsvermögen des Menschen 24.
Mikromechanische Skizzen 183, 285.
Milchröhren, Bedeutung der — 139.
Mimikry von *Ptilopus* 78.
Mischlinge reiner Arten unveränderlich 70.
Mitleid, Ursprung des — 384.
Mollusken, Wasseraufnahme 155.
Mönchsgeier, Färbung der Eier des — 128.
Moral, Die, und die Volksschule 273.
Moundbuilders 149.
Mundbildung von *Peripatus* 455.
Muscheln, Bildung ihrer Schale 75.
Muskelruhe und Gedankenlesen 229.
Muskelzusammenziehung 193.

Nagetiere, Hypo- und Epiphyse 76.
Nährboden eines kriechenden Plasmodiums 291.
Nahrungsaufnahme des Protoplasmas 285.
Nahrungserwerb v. *Theridium riparium* 1.
Naturforschung, KANT und die — 348, — und Naturphilosopie 161.
Naturganze, Entwickelungsgeschichte des — 227.
Natürliche Zuchtwahl, Wirkungen der — 245, Unzulänglichkeit der — 269, irreleitende Nebenbedeutung 322.
Naturvölker, die Ehrlichkeit unter den sogen. — 462.
Nervenhügel der Seitenlinie 388, 390.
Nervensystem bei darmlosen Strudelwürmern 80, — von *Peripatus*, Entwickelung 460.
Nestbau von *Theridium riparium* 1.
Netzhautelemente, Breite der — 445.
Neurorthoptera BRONGNIART 65.
Niagarafälle, Das Zurückweichen der — 233, 234.
Nichtgebrauch, Erblichkeit seiner Folgen 254, 265.
Niederlagen der *Eciton* 87.
Norddeutschlands Pflanzenwelt seit der Eiszeit 176.
Norwegische Walfische 240.
Nulliporen 305.
Oberfläche der Körper, von außen verändert 328.
Oberflächenspannung bei Flüssigkeiten 188.
Oberirdische Pflanzenteile, im Boden entwickelt 219.
Ocellen, Funktion der — 450.
Organische Entwickelung, Die Faktoren der — 241, 321.
Orientierung, Prinzip der — bei den Insekten 449.
Orthoptera, karbonische 64.
Panästhesie 452.
Pangenesis 408.
Parasiten der Schwalben 240.
Passendste, Das Überleben des — 322.
Peripatus-Arten, westindische, Entwickelung der — 454.
Pferd, die Acne contagiosa des — 145.
Pflanzenanatomie etc., von WIESNER 142.
Pflanzenverbreitung durch Meeresströmungen und Vögel 391.
Pflanzenwelt Norddeutschlands 176.
Phanerogamen, Zur Entwickelung der — 238, paläontologische Entwickelung der — 471.
Phänomen, Das, der Verdichtung 309.
Phycomyceten, Zur Kenntnis der — 302.
Phyllanthus Niruri?, Blüten des — 35.
Physiologische Bedeutung des facettierten Insektenauges 442.
Physische Bedingungen des Bewußtseins 451.
Plasmodien, Das Kriechen der — 291.
Pleurobranchus 155.
Polarisationsströme, elektrische 474.
Polyembryonale Brutkapseln bei Wirbeltieren 238.
Pontische Pflanzengruppe 180.
Prähistorische Zeiten 147.
Primärzeit, Fossile Insekten der — 64.
Progressive Vererbung 409, 410.
Proportionen, Gesetz der — 349.
Prothallium von *Lycopodium* 140.
Protoplasma, Nahrungsaufnahme des — 285, Strömungen im — 295, Zirkulation des — in der Zelle 296, 433, —fäden in Zellen 185, Bildung 416, 419, Dicke 421, Verlängerung 425, Form und Richtung 426, Krümmung 428, Quellung 430.
Pseudoneuroptera der Primärzeit 66.
Psychologie HERBART's 121.
Pteridophyten (Gefäß-Kryptogamen) 472.
Ptilopus cinctus, Mimikry 78.
Punktauge der Arthropoden, Entwickelung und Leistung 450.
Pupillenerweiterung bei Fröschen 318.
Puppen der Wanderameisen 91.
Ranunculus-Blüten, Glanz der gelben — 319.
Rassen der Urzeit 150.
Raum, Der, Studie etc. von SCHÄFFER 399.
Reform, Die, unserer Gymnasien 39.
Rhizopoden, Fadenstrahlung der — 416, 429.
Richtung von Protoplasmafäden 426.
Rindenparenchym, Verhalten des — 220, 224.
Rochen mit polyembryonalen Brutkapseln 238.
Rückenmark, Bewußtsein des — 452.
Rüssellänge der *Bombus*-Arten 16.
Salzpflanzen Norddeutschlands 179.
Samen, Keimfähigkeit nach Liegen im Meerwasser 392.
Sarracenia variolaris, Insekten fangend 236.
Schale der Muscheln 75.
Schriften, gesammelte kleinere, von CH. DARWIN 468.
Schulbotanik etc. 314.
Schwalben, Parasiten der — 240.
Schwere, allgemeine, Theorie der — 311.
Schwerkraft, als Ursache der Wärmezunahme mit der Tiefe 157.
Sckwerkrafthypothese, Der Irrtum der — 308.
Schwimmen der Diatomeen 291, 293.
Schwingungen der Cilien 437.
Seelenglaube, Der — 115.

Segmentalorgane von *Peripatus* 457.
Seitenorgane der Wirbeltiere 388.
Sigillaria, Stellung im System 472.
Simondsia paradoxa 217.
Sinneshügel, —epithel der Seitenorgane 388.
Skeptizismus Hume's 47.
Skizzen, mikromechanische 183, 285, 416.
Sonnenfinsternis von Chung Kang 235.
Sorghum-Formen, Die kultivierten 479.
Spaltpilz der Acne contagiosa 145.
Speichel, Absonderung der Salze im — 319.
Sphaerularia bombi 213.
Spinnen, Verhalten gegen Ameisen 2.
Sprachdichtung 110.
Sprache, Entwickelung der menschlichen — aus der tierischen 98.
Standortsverhältnisse, Einfluß der — auf den anat. Bau der Pflanzen 218.
Stärkespeicherung in den Blättern der Phanerogamen 130.
Steigen, Einfluß auf die Körpertemperatur 77.
Steinzeit, Einteilung der — 147.
Stellung des Menschen zum Tier 120.
Steppenpflanzen Norddeutschlands 180.
Stoff und Kraft in der menschlichen Arbeit 154.
Strafe, Entwickelung der — aus der Rache 381.
Strafen, grausame, der Mongolen 463.
Strömungen im Protoplasma 295.
Struktur der Pflanzen, taxonome, Wert der — 218, — der Nulliporenlager 306.
Strukturchemie 349, 351.
Strukturlose Kalke, Entstehung 305.
Süsswasserturbellarien Nordamerikas 75.
Synözische Geschlechtsanordnung bei *Ficus* 62.
Tagesfragen I. 38.
Taxonomischer Wert anatomischer Merkmale 218.
Teleologie 411.
Temperatur des Körpers beim Steigen 77.
Terrarium, Das — 73.
Theridium riparium, Nahrungserwerb und Nestbau 1.
Tiefenwahrnehmung durch das Facettenauge 447.
Tier, Stellung des Menschen zum — 120.
Tierische Sprache, Ausgangspunkt der menschlichen 98.
Treibfrüchte und —samen 394.
Trichaulus, mit *Critogaster* zusammengehörig 59.
Tylenchus (*Sphaerularia*) *bombi* 217.
Ueberleben, Das, des Passendsten 322.
Umbildung der Melodie 74.
Unsterblichkeit der Seele 116, Geburtsstätte der — 118.
Unteradhäsion heterogener Protoplasmaarten 423.
Unterkiefer, Verkleinerung des — bei Zivilisierten 248, bei Haushunden 249.
Unterricht in der Moral 273, zoologischer 312.
Ursprung, Zirkumpolarer, der Ahorne 467.
Uterus, Lage des Vogeleies im — 126.
Veränderlichkeit von Pflanzenmischlingen 70.
Verantwortlichkeit, Begriff der — 385.
Verbreitung von Pflanzen durch Meeresströmungen und Vögel 391.
Verdichtung, Das Phänomen der — 309.
Vererbung, Das Gesetz der — 67, — funktionell erzeugter Abänderungen 261, — erworbener Eigenschaften 405.
Vergängliches im Darwinismus 401.
Verkleinerung des Unterkiefers 248, 249.
Verlängerung von Protoplasmafäden 425.
Verstand, menschlicher, Wesen des — 357.
Verständigung, gegenseitige, der Tiere durch Laute 100.
Vielgestaltigkeit der Männchen von *Trichaulus* 59.
Vögel, Verbreitung von Pflanzen durch — 391.
Vogelei, Lage des — im Uterus 126.
Volksschule, die, und die Moral 273.
Vordringen der Ausläufer im Boden 480.
Vorgeschichte des Menschen 147.
Vultur monachus 128.
Wachstumsgeschwindigkeit russischer Getreidearten 233.
Walfisch-Beobachtungen in Norwegen 240.
Wahnideale 117.
Wanderameisen (*Eciton*) 81.
Wandernde Kohlehydrate, Wege der — 138.
Wanderung der Kohlehydrate in der Pflanze 129.
Wärmezunahme, Die, mit der Tiefe 157.
Wasser, Einfluß auf den anat. Bau der Pflanzen 224.
Wasseraufnahme der Mollusken 155.
Wasserversorgung der Laubblätter 319.
Wechselkreuzung 72.
Weltgesetz, Das, von Beglinger 311.
Werden und Vergehen 227.
Willensfreiheit, Die Illusion der — 372.
Winterquartier v. *Theridium riparium* 10.
Wirbeltierauge, Vergleich mit dem Facettenauge 444.
Wirbeltiere, Seiten- und Gehörorgane 388.
Wirklichkeit, Philosophie der — 353.
Wissenschaft, Entstehung und Entwickelung der — 162.
Wüste, Zur Flora der ägypt.-arab. — 152.

Zahl, Die, unserer Vorfahren 159.
Zelle, Protoplasmaströmung in der — 433.
Zellwand, Entstehung der — 330.
Zirkulation des Protoplasmas in der Zelle 296, 433.
Zirkumpolarer Ursprung der Ahornarten 467.
Zoologie, Grundriß der — 312.
Zuchtwahl, geschlechtliche, bei den Spartanern 159, natürliche Wirkungen der — 245, 269, falsche Nebenbedeutung 322.
Zusammenwirkende Teile, gleichzeitig sich ausbildend 250.
Zusammenziehung der Muskeln 193.
Zwang, unbewußter, beim Gehen 235.
Zwecke, Reich der —, Zweckmäßigkeit etc. 411, 413.

Nahrungserwerb und Nestbau von Theridium riparium (Blackw.) Thor.

Von

Dr. phil. **H. Henking,**

Assistent am zool.-zoot. Institute der Universität Göttingen.

Mit 4 Holzschnitten.

Unter allen Spinnen gehören die Therididen wohl mit zu denen, welche wegen ihrer weniger in die Augen fallenden Lebensweise, ihrer nicht bedeutenden Körpergröße und ihres meist ziemlich versteckten Aufenthaltsortes sich bisher fast vollständig der Beobachtung entzogen haben. Und doch verdienen auch sie nicht minder die der Lebensweise der übrigen Spinnen geschenkte Beachtung: so hat *Theridium riparium* die vom Verfasser in der Belauschung ihrer Lebensgewohnheiten aufgewandte Mühe reichlich entschädigt und in ihm das gleiche mit Bewunderung gemischte freudige Gefühl erregt, welches er empfand, als er zum erstenmale eine Kreuzspinne ihre Beute überwältigen sah.

Die Nester von *Theridium riparium* sind nicht überall zu finden, aber anderseits auch keine große Seltenheit. Sie entziehen sich nur deshalb leicht der Beobachtung, weil sie an der Unterfläche von Gebüsch u. dergl., etwa 10—25 cm über der Erdoberfläche angelegt sind. In den von mir beobachteten Fällen befanden sie sich stets über gar nicht oder nur ganz spärlich mit Pflänzchen bewachsenem Erdboden. Ich habe sie bisher nur in Gärten beobachtet, wo sie besonders gern unter Rosengebüsch, Lebensbäumen u. dergl. zu nisten scheinen. Sucht man derartige Lokalitäten im Juli oder August ab, so bemerkt man daselbst gelegentlich ein kleines tütenartiges, meist aus Erdkrümchen bestehendes Gebilde (Fig. 1) von etwa 1 bis 8 cm Länge und an der unteren Öffnung etwa 1 cm Weite, während das obere zugespitzte und geschlossene Ende durch ein nach oben auseinander strahlendes Fadenbündel an Zweigen und Blättern befestigt ist. Andere von den Wandungen des Kelches nach allen Seiten ziehende und wohl noch miteinander verbundene und verflochtene Gespinstfäden verhindern, daß das Nest durch eine äußere Ursache in Schwingungen versetzt werden kann. Wieder andere Fäden gehen gerade oder schräg von der unteren Öffnung des Häuschens oder auch von den seitlichen Gespinstfäden nach abwärts und sind direkt an Erdboden befestigt, seltener an einem nur gelegentlich vorhandenen Grashälmchen oder dergleichen Pflänzchen.

Sehr auffallend ist es, daß man häufig seitlich am Gehäuse, ein Dreckklümpchen ersetzend, Leichen von *Myrmica laevinodis* Nyl. angeklebt findet (Fig. 1 linke Seite des Häuschens oberes Drittel) und anderseits auch meist eine große Anzahl derselben Tiere im Binnenraume des Häuschens antrifft, so daß der Gedanke nahe liegt, daß die Spinne sich besonders von ihnen nährt. Schon Blackwall (4) macht (p. 182) von dieser Spinne die Mitteilung, daß ihre Nahrung »consists chiefly of ants«, und Seidel (10) berichtet (p. 115): »Ameisen werden von den meisten (Spinnen) gemieden, nur einige Theridien stellen ihnen nach und ziehen sie anderen Insekten vor.« Ich kann die Angabe Seidel's völlig bestätigen, daß Ameisen von den Spinnen im allgemeinen gemieden werden oder, wo das nicht geschieht, vermöge ihres großen Mutes und ihrer Klugheit oft genug im Kampfe den Sieg davontragen, indem die Spinnen, übel gezwickt, schließlich ihr Heil in eiliger Flucht suchen. Es scheint jedoch, als wenn die Spinnen sich den einzelnen Ameisenspezies gegenüber doch verschieden verhalten. Die äußerst mutige *Myrmica laevinodis* Nyl. aber, von der auch Forel (5) berichtet (p. 380): »Les races *laevinodis* (Nyl.) et *ruginodis* (Nyl.) sont très belliqueuses, comme la *M. (Myrmica) rubida*«, gehört mit zu den gefürchtetsten.

So habe ich trotz vieler Versuche niemals bemerkt, daß *Tegenaria domestica* (Cl.) Thor. einen ernstlichen Angriff auf sie gemacht hätte, sondern sie läßt immer ihren kleinen Feind sich unbehelligt aus dem Neste losarbeiten. Auch *Meta segmentata* (Cl.) Thor. wagt selten einen Angriff, sondern sieht sich den zappelnden Gegner meist nur einmal an und kehrt dann auf ihren Lauerposten zurück, ohne seine Befreiungsversuche zu stören. Anders ist es z. B. mit *Zilla x-notata* (Cl.) Thor. Diese Spinne geht gewöhnlich mit großem Mute zum Angriff über und beißt wütend auf die Ameise ein, ohne aber, wie es scheint, genügend Kraft zu besitzen, um ihre Chelicerenklauen durch den derben Chitinpanzer ihrer Gegnerin zu treiben; denn nur selten geht die Ameise an den Folgen der Bisse zu Grunde. Fast regelmäßig verläuft der Kampf so, daß die Spinne bei ihren Angriffen und dem Bewerfen der Ameise mit Fäden nicht vorsichtig genug vorgeht und von der Ameise, welche mit weit geöffneten Kiefern nur auf eine Gelegenheit zum Zugreifen gewartet hat, plötzlich bei einem Beine oder gar bei den Tastern gepackt wird. Dann versucht sie wohl anfangs, durch wütendes Beißen den Feind zum Loslassen zu bewegen, aber vergebens, und beschränkt sich bald darauf, durch Zerren eine Befreiung zu versuchen. Doch die Ameise gibt nicht nach, ja wenn es ihr gelingt, das Chitin an der ergriffenen Stelle irgendwo zu durchbrechen, biegt sie ihr Abdomen heran und senkt ihren Stachel in die Wunde. Der Erfolg ist sofort sichtbar: der Schmerz scheint den ganzen Körper der Spinne zu durchzucken, denn sie ergreift eine wahnsinnige Flucht, die Ameise an dem verwundeten Gliede nach sich ziehend, ohne darauf zu achten, daß ihr Netz völlig zerstört wird, da die Ameise sich auf ihrem Wege an jedem Faden festklammert. Hat letztere so gewissermaßen die Gewißheit ihres Sieges erhalten, so läßt sie los und arbeitet sich frei.

Aus vorstehendem erhellt, daß die genannte Ameise für mittel-

große Spinnen gar keine unbedeutende Gegnerin ist; ich war daher recht gespannt darauf, in welcher Weise wohl *Theridium riparium* zum Angriffe schreiten würde, zumal da diese den oben erwähnten Spinnen an Größe weit nachsteht. Besonders unklar war es mir aber, wie es diese Spinne wohl anfangen möchte, sich der bedeutenden Zahl von Ameisen zu bemächtigen, deren Chitinskelette man in dem Netze beobachtet; denn das Gewebe ist stets sehr unbedeutend, und außerdem geraten Ameisen bei ihrer Vorsicht nur sehr selten von selbst in ein Spinngewebe. Allerdings bot die Richtung des Gehäuses schon einen Fingerzeig: fast immer gilt die Regel, daß der Schlupfwinkel der Spinnen nach der Richtung gestreckt und geöffnet ist, von welcher sie ihre Beute erwarten. Das Häuschen unserer Spinne erstreckt sich in senkrechter Richtung und ist nur nach unten geöffnet; also nach unten wendet sie hauptsächlich ihre Aufmerksamkeit.

Im Freien ist die Fangmethode wegen der Lage des Gespinstes mühsam und überhaupt nicht häufig zu beobachten; doch ist es mir auch dort gelungen. Bequemer hat man es, wenn man die Tiere in der Gefangenschaft hält. Ich fing eine Anzahl derselben ein und richtete für jede Spinne ein geräumiges weithalsiges Glas in der Weise her, daß ich auf den Boden desselben eine Schicht trockener Erde und groben gelben Quarzsandes streute und außerdem einen beblätterten Zweig gebogen hineinstellte. Ferner setzte ich außer der Spinne sogleich mehrere Ameisen hinein. Nicht eine jede Spinne fand sogleich den Zweig, an dem sie in die Höhe laufen konnte, sondern die eine oder andere lief erst eine Zeitlang suchend auf dem Boden des Glases umher. Nun besitzen alle Therididen ein unverhältnismäßig großes, besonders hohes Abdomen, welches sie zwar beim Klettern in einem Gespinste wenig hindert, dagegen ihre Bewegung auf ebener Erde zu einer recht schwerfälligen macht. Staunenswert war es daher schon, in welcher Weise sie die ihnen begegnenden Ameisen zurückschreckten, mit denen sie sich unter für sie so ungünstigen Bedingungen niemals in einen Kampf einlassen. Sobald eine Ameise mit ihren langen Fühlern die Spinne berührt, geraten die Beine der letzteren in jene rapide Bewegung, welche vielen nervösen Menschen das Spinnengeschlecht so abschreckend macht. Unser *Theridium* springt dabei zurück und schleudert gleichzeitig der Ameise eine Portion ihres klebrigen Spinnstoffes entgegen, welcher sich meist an einem Fühler anheftet. Erschrocken prallt nun auch die Ameise zurück. Mag sie nun mit dem klebrigen Fühler unabsichtlich den Erdboden berühren oder absichtlich den Spinnstoff abzustreifen sich bemühen, jedenfalls nimmt der Fühler alsbald die Gestalt einer kleinen Keule an, da Sand und Erdkörnchen sich überall an dem Endgliede festheften. Man kann es dem Benehmen der Ameise deutlich ansehen, wie unbehaglich sie sich mit der Last fühlt; aber es dauert erst lange Zeit, ehe sie sich davon befreit hat. — Besonders betonen will ich noch, daß ich den geschilderten Vorgang nicht etwa nur einmal, sondern öfter beobachtet habe, so oft als überhaupt eine Begegnung unseres *Theridium* und einer Ameise stattfand.

Auch die jungen Theridien haben schon die gleiche Verteidigungs-

methode: ein junges *Theridium*, welches kaum die Größe des Ameisenkopfes hatte, machte es ebenso wie die Alten; doch stand ihm offenbar noch nicht eine genügende Menge von Spinnstoff zu Gebote. Die Ameise prallte zwar zurück, lief aber dann sofort in großer Wut hinter ihm drein, erwischte das Spinnchen auch und hat dessen zerquetschten Kadaver, ein Maßstab für ihren Grimm, noch reichlich eine halbe Stunde mit sich herumgeschleppt.

Doch wie fängt die Spinne, nachdem sie ein Gewebe angelegt hat, ihre Beute? Der hauptsächlichste Aufenthaltsort der Ameisen ist der Erdboden, nur wenn sie nach Süßigkeiten oder Blattläusen, was aber eigentlich dasselbe sagt, gehen, steigen sie auf Pflanzen. Das gibt schon den Hinweis, daß die von dem Netze nach dem Erdboden gezogenen Fäden (Fig. 1) zum Fange der Ameisen dienen müssen, und die Beobachtung bestätigt dies. Die Fäden sind nämlich sehr stark klebrig und außerdem nur wenig in die Augen fallend. Kommt nun eine Ameise des Weges daher, so gerät sie bald mit einem der Fangfäden in Berührung, und zwar, wie leicht begreiflich, mit einem Fühler. Derselbe haftet ungemein fest am Faden. Infolge ihrer cholerischen Natur benimmt sich die Ameise sofort sehr ungebärdig und reißt den Faden von seiner Anheftungsstelle am Boden los. Nun rennt sie umher, soweit es die Länge des oben unerschütterlich festhaftenden Fadens und die Elastizität des ein wenig nachgebenden Netzes gestatten (Fig. 1 unten rechts). Spannt sie letzteres zu stark und hält sie sich einmal nicht ganz fest am Boden, so schnellt das Netz zurück und reißt sie im Bogen bis zu einem näheren Punkte fort. Auf die geschilderte Weise meldet die Ameise nach oben wie durch einen Klingelzug, daß sie gefangen sei. Und die Spinne? Sie kommt alsbald aus ihrem Häuschen hervor und findet rasch den Faden, an welchem ihre Beute unten so gewaltsam zerrt. Den Cephalothorax nach abwärts gewandt, mit ihren Vorderbeinen den Faden anziehend, prüft sie nun den Widerstand der Ameise. Sowie letztere, was selten geschieht, sich nicht geradezu an den Boden anklammert, schwebt sie schon im nächsten Augenblicke in der Luft, da die Spinne mit ihren Vorderbeinen den Faden und die Beute zu sich heranhaspelt, wie der Maurer einen Eimer an einem Seil auf das Gerüst zieht (Fig. 1 unten in der Mitte).

Zuweilen aber merkt die Ameise, was bevorsteht, und hält sich krampfhaft am Boden fest. Dann muß die Spinne anders vorgehen. Sie steigt an dem Faden herab, dreht sich, in der Nähe der Ameise angekommen, um, hält sich mit den ersten Beinpaaren am Faden fest, zieht mit ihren beiden Hinterbeinen Fäden aus den Spinnwarzen und wirft diese der Ameise über. Hierdurch wird letztere fast jedesmal bewogen, ihren Halt loszulassen, sei es, daß sie den neuen Fesseln ausweichen will, sei es, daß sie vorstürzt, ob sie etwa den Feind packen könnte. Die Spinne, welche wie gesagt der Ameise das Abdomen zuwendet, muß die Veränderung an der Spannung des Fangfadens merken; denn sie benutzt den günstigen Moment sofort, klettert hurtig empor und zieht mit ihren Hinterbeinen den Feind mit sich in die Luft bis in die Nähe des oberen verworrenen Gespinstes, in dem auch das Häuschen hängt.

Nun geht sie an die weitere Fesselung der Beute in derselben Weise, wie es die übrigen Arten von *Theridium* und *Steatoda* machen. Sie wirft mit den Hinterbeinen immer neue Fäden über ihr Opfer, hört

Fig. 1. Nestchen von *Theridium riparium* (Blackw.) Thor. an den unteren Zweigen eines *Pyrus japonica*. Die Spinne beim Beutefang. Nat. Gr.

zuweilen damit auf, um neue Verbindungsfäden zwischen Netz und Beute zu ziehen, wirft dann neue Fäden, verstärkt die Verbindungsfäden u. s. f. Bei dem Fadenwerfen wagt sich die Spinne zuweilen so nahe an die

Ameise heran, daß ich immer erwartete, sie müsse im nächsten Augenblicke ergriffen werden: aber das geschah nie: die Spinne scheint ihren Gegner genau zu kennen. Ist derselbe genügend gefesselt, so schreitet sie zu seiner Tötung. Sie ergreift ein Bein oder einen Fühler und versetzt dem Feinde so die verderbenbringenden Bisse nur in die Extremitäten. Auch hier kann man wie bei vielen anderen Spinnen die Beobachtung machen, daß sie ganz genau wissen, wann sie ihr Opfer tödlich getroffen haben. Sie ziehen sich dann meist zurück und warten die Wirkung des Giftes ab. Das Gift von *Theridium* tötet nicht sofort, sondern erst allmählich. Langsam nehmen die Befreiungsversuche der Ameise an Energie ab, langsam und zitternd krümmen sich die Beine zusammen, Kopf und Abdomen neigen sich einander zu, und so entflieht das Leben.

Die Giftklauen unseres *Theridium* scheinen besonders zum Durchbrechen festerer Chitinpanzer geeignet zu sein. Sie sind verhältnis-

Fig. 2.

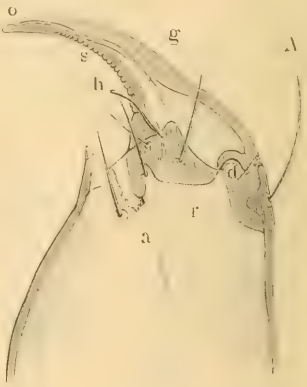


Fig. 3.

Fig. 2: Chelicerenklaue von *Th. rip.* von unten. Fig. 3: dasselbe von der Seite. *o* = Ausflußöffnung des Giftdrüsenkanales *(g)*. *s* = Sägezähne *a* = Sehne des Musculus adductor. *r* = Sehne des Musculus retractor. *d* = Drehungspunkt der Giftklaue beim Anziehen von *a* resp. *r*. *h* = Sinneshaar. Vergr. 260.

mäßig klein (also sehr passend für Bisse in Extremitäten) und tragen an ihrer Unterseite eine Reihe scharfer Sägezähne (Fig. 2 u. 3, *s*), welche offenbar das Eindringen der Klaue bedeutend erleichtern[1]. Der Körper der Cheliceren bewegt sich in der Richtung von *A* nach *B* (Fig. 3) und es wirken daher die Zähne wie eine Säge. Das Anziehen der Adduktorsehne *a* (Fig. 3) preßt die Klaue dann immer fest in die gesägte Furche hinein und gleichzeitig kann das Gift aus der dicht neben der Spitze dorsalwärts gelegenen Öffnung *o* (Fig. 2 u. 3) unbehindert ausströmen, da die Klaue vor den die Öffnung etwa verschließenden Ge-

[1] Derartige Sägezähne finden sich aber nicht nur bei unserem *Theridium*, sondern auch bei vielen anderen Spinnen.

weben des Feindes gewissermaßen in entgegengesetzter Richtung (mit Hilfe der Adduktorsehne *a*) ausweicht.

Bemerken will ich noch, daß in einem Falle, den ich im Freien beobachtet habe, unser *Theridium* selbst eine Ameise von dem Fangfaden gelöst hat. Es befand sich nämlich neben dem Faden ein kleines tiefes Loch im Erdboden, in welches die Ameise hineinkroch und sich völlig darin barg, als die Spinne herabkam und ihr Fäden überwerfen wollte. Letztere sah offenbar ein, daß sie unter diesen Umständen nichts ausrichten könne, und biß rasch entschlossen den fesselnden Faden an der Erde ab.

Das unten noch näher zu erwähnende Häuschen dient zum Schutze sowohl der alten Spinne als auch der Eier und später der jungen Theridien. Letztere teilen aber nicht nur die Wohnung mit der Mutter, sondern auch die Nahrung. Sie gehen wohl mit ihr aus auf den Fang der Beute, spinnen auf eigene Faust neue Fäden in dem Netze, ohne von der Alten irgendwie belästigt zu werden. Auch untereinander halten die Spinnchen Frieden. Ja, wenn die Alte frühzeitiger stirbt, wie es in einem Falle in der Gefangenschaft geschah, so gehen die Jungen in größerer Anzahl gemeinschaftlich einem Feinde zu Leibe. So habe ich öfter gesehen, daß nur eine oder mehrere derselben eine Ameise in der gleichen Weise wie die Erwachsenen zu dem Netze emporwinden. Die Spinnchen hatten mit Abdomen und Cephalothorax kaum die Größe des Ameisenkopfes, trotzdem überwältigten sie die Ameise jedesmal, weil sie zu 6 bis 10 an Zahl dieselbe von allen Seiten mit Fäden bewarfen und auch immer die Gelegenheit benutzten, um ihr an den Extremitäten einen Biß beizubringen. Die Spinnchen waren so eifrig bei der Arbeit, daß sie zwar der Ameise immer geschickt auswichen, dagegen häufig auch einander mit Fäden bewarfen, was einen recht drolligen Anblick gewährte. Es geschah das durchaus nicht mit Absicht; denn, wie gesagt, die Tierchen feinden sich nicht an; sondern es war nur die Folge ihrer recht jugendlichen, fast möchte ich sagen kindlichen Unachtsamkeit, welche sie den Feind verfehlen ließ, dagegen ein anderes in der Nähe befindliches und sich bewegendes Lebewesen mit Fesseln bedrohte.

Ameisen, welche ich von oben in das Fadengewirr fallen ließ, wurden sowohl von den alten wie von den jungen Tieren angenommen und getötet. Mit anderen Insekten habe ich keine Versuche gemacht: doch werden sie von der Spinne jedenfalls nicht verschmäht werden: sieht man doch zuweilen größere und kleinere Käfer, auch Phryganiden etc. dem Häuschen angeheftet oder in dessen Binnenraume aufbewahrt.

Nicht unerwähnt will ich hier eine Mitteilung lassen, welche McCook (8) bei Gelegenheit der Besprechung der Feinde der Ackerbau treibenden Ameise (*Pogonomyrmex barbatus*) macht. Derselbe sagt: »There is a large Theridioid who is especially destructive of these ants[1]. I found her nest established upon the grassgrown disks in the following manner: several stalks of the Aristida were bent over near the top, or midway

[1] Hentz, Spiders of the United States, has described this species as *Theridium lineatum* p. 154. Pl XVII. Fig. 3. — Da der Name schon vergeben ist, schlägt McCook die Bezeichnung *Th. lineatum* vor.

of the spire and firmly bound together by silken cords, as shown in Fig. 127 Pl. XXIV . . . . The ants are constantly climbing the grass-stalks for purposes I could not devine . . . They thus become entangled in the snare and fall victims to the watchful aranean. It is not impossible, that the spider, whose snare sometimes hung quite near the ground, swings down and seizes the ants as they pass through the tent.«

Die letztere Vermutung McCook's dürfte durch meine oben beschriebenen Beobachtungen zur Wahrscheinlichkeit erhoben werden und wir gehen gewiß nicht fehl bei der Mutmaßung, daß auch dieses *Theridium* Fangfäden zum Erdboden zieht.

Über den Bau des Häuschens möchte ich noch einiges bemerken. Daß Spinnen Blätter, Hölzchen, Samen u. dergl. benutzen, um sich darunter zu verbergen, und daß sie diese in passender Weise zusammenbiegen und zusammenfügen, ist noch nicht so sehr wunderbar; denn diese Dinge sind ein Spiel des Windes und werden gar häufig in Spinngewebe hineingeweht. Anders ist es mit den Erdbröckchen, welche das Häuschen unseres *Theridium* bilden; diese können nicht durch den Wind oder eine andere elementare Kraft an den Ort geführt sein, wo wir sie vorfinden. Es bleibt nichts übrig als die Annahme, die Spinne selbst besorge die Beschaffung des Baumaterials ihres Häuschens. Und das ist in der That der Fall. Ich habe im Freien beobachten können, daß die Spinne sich an einem Faden herabließ, mit den Vorderbeinen sehr geschwind ein ihr passend dünkendes Erdstückchen losbrach, mit den Hinterbeinen einige Fäden darüber warf und dasselbe zwischen diesen Beinen mit sich in die Höhe nahm. Am Häuschen angekommen, heftete sie es an den unteren Rand desselben an. — Soweit ich die Litteratur übersehe, ist ein derartiges Herbeiholen von Baumaterial von der Erde in die Luft nur von Herman (6) beobachtet, welcher (p. 68) von *Theridium formosum* Cl. folgendes mitteilt: »Das Verfertigen des Schirmes ist eine der anziehendsten Erscheinungen. Das Tier läßt sich an einem Faden bis auf den Erdboden nieder, dort wählt es das geeignete Stückchen, befestigt daran einen kurzen Faden und befestigt dann das andere Ende des Fädchens an der Spitze eines der Füße des vierten Paares, worauf es, den mit dem Netze kommunizierenden langen Faden mit den Vorderfüßen und Tastern aufhaspelnd, dem Netze zustrebt, oft in eine Höhe von 1—2 m. Auf dem ganzen Wege hält es den betreffenden Hinterfuß sichelförmig gebogen und achtet sorgfältig darauf, daß der aufgelesene Gegenstand nirgends anstößt. Zur Verstärkung des Schirmes benutzt es auch alle fremden Gegenstände, welche der Wind, der Zufall, in das Gewebe schleudert.« — Auf p. 67 gibt derselbe an, daß der Schirm aus »kleinen Hölzchen, Blättchen, Samenkörnchen u. s. w. verfertigt« sei, und bildet auf Taf. III Fig. 55 das Versteck von *Th. formosum* ab, welches zuckerhutförmig ist und »hauptsächlich aus Samenkörnchen verfertigt wurde« (p. 71).

Nun könnte man vielleicht der Ansicht sein, es sei gewissermaßen eine lokale Eigentümlichkeit unseres *Theridium riparium*, daß es mit so großer Vorliebe Erd- und Sandkörnchen zum Nestbau verwende. Da dürfte wohl interessieren, was sich hierüber für Angaben in der Litteratur finden. So sagt

J. Blackwall (3) (1834): In the month of August she constructs a long, slender, conical upright tube of silk . . .; it is closed above, open below and thickly covered on the outside with *bits of earth*, minute pebbles, dried leaves, flowers of heath etc.

Derselbe (4) (1864): . . it is . . thickly covered externally with particles of *indurated earth, small stones* and withered leaves and flowers, which are incorporated with it . . . England.

C. L. Koch (7) (1838) *Theridium saxatile*[1] (p. 118): Beide Geschlechter bewohnen abwärts hängende, leichte, mit Erdkörnchen vermischte, lange Säckchen. Regensburg.

A. Ausserer (2) (1867) p. 203: Andere (*Theridium saxatile*[1], *sisyphium*, *formosum* etc.) bauen sich aus kleinen Steinkörnchen, Blättern, Holzstückchen u. s. w. eine schlauchförmige 5—10 cm lange und kaum 1 cm im Durchmesser haltende *(Th. saxatile*[1]*)* . . . Behausung.

Derselbe (1) (1867) p. 144. 4) *Th. saxatile*[1] K. An alten Mauern, Felsen und Erdlöchern bis zu 3000′ gemein. Macht sich besonders zur Brutzeit aus kleinen Steinen, Erde, Mauerstücken, aus Chitinpanzern von Käfern und Asseln eine lange schlauchartige Behausung, welche manchmal eine Länge von 8—10 cm bei einem Durchmesser von 1—$1\frac{1}{2}$ cm erreicht. Tirol.

A. Menge (9) (1868) *Steatoda saxatilis*[1] K. (M.) p. 154: Am 25. Juli fand ich bei Heiligenbrunn unten an einem Fichtenstamm ein kegelförmiges, aufgehängtes, mit Blattschuppen, Erdkrümchen und Sandkörnchen, die dem Gespinste anklebten, umhülltes Nestchen . . . West-Preußen.

Ich selbst habe ganz den gleichen Bau des Häuschens beobachten können bei Braunschweig und bei Göttingen, so daß, glaube ich, durch alle diese Angaben zur Genüge bewiesen ist, daß bei unserem *Theridium*, soweit es überhaupt darauf hin beobachtet ist, überall dieselbe Geschmacksrichtung in bezug auf die Auswahl der Baustoffe für sein Häuschen Platz gegriffen hat.

Durch das Baumaterial ihrer Wohnung würden sich demnach *Th. riparium* und *formosum* ebenfalls von einander unterscheiden.

Wenn ich aus der Betrachtung der von mir in der Gefangenschaft gehaltenen Tiere einen Rückschluß machen darf, so gehen dieselben in der Weise vor, daß sie zuerst das gewöhnlich unregelmäßige Netz weben und dann an irgend einer Stelle desselben durch herbeigeschlepptes Material sich eine Zufluchtsstätte bereiten. In der Gefangenschaft hängen sie die Erdkörnchen einfach locker nebeneinander zur Form einer flachen Schüssel. Die Gestalt eines Zuckerhutes erhält dies Versteck erst allmählich, indem an dem unteren Rande ein Körnchen nach dem andern zugefügt wird. Die innere Wandung wird mit einem zarten Gespinste ausgekleidet und dadurch dem Häuschen Festigkeit gegeben, aber auch äußerlich werden die Erdklümpchen mit Fäden verbunden, welche meist von oben nach unten verlaufen.

Der Unterschied des im Freien aufgefundenen und des in der Ge-

[1] Synonym mit *Th. riparium* (Blackw.) Thor. siehe Thorell (11) p. 82.

fangenschaft angelegten Häuschens lehrt uns, daß die Spinne durchaus nicht immer nach derselben Schablone arbeitet, sondern sich ganz nach den äußeren Umständen richtet. Im Freien muß sie das Häuschen gehörig festigen, damit nicht der flutende Regen ihr Werk zu Boden reißt, damit nicht der Wind die Bausteinchen auseinander zettelt oder schlagende Zweige ihre Zufluchtsstätte vernichten. Deshalb sind auch hier die Teilchen fest aneinander gefügt, deshalb hängt das Häuschen an einem sehr festen Fadentau, welches wohl noch äußerlich über die Spitze fortgreift und so die Zuspitzung des Versteckes bewirkt. Anders in der Gefangenschaft. Die Wände des die Spinne beherbergenden Gefäßes halten von dem Gewebe alle von außen kommenden Insulte fern, Regen und Wind dringt nicht bis zu ihm. Dementsprechend ist das Häuschen gebaut: oben ist es rund und nicht nur an einem Punkte aufgehängt. Die Steinchen hängen nur lose nebeneinander und machen bei Erschütterungen einzeln noch bedeutende Exkursionen.

Anfang September, als in diesem früh winterlichen Jahre schon die ersten Herbststürme über das Land zu brausen und die Blätter allgemach gelb zu werden und zu fallen begannen, fand ich an den schon genannten Örtlichkeiten, von Fäden in der Schwebe gehalten, kleine meist aus Erdklümpchen gebildete Ballen vor, welche in der Mitte ein halberwachsenes *Theridium riparium* zu enthalten pflegten. Ich vermute, daß wir es in vorliegenden Gebilden (Fig. 4) mit dem Winterquartier des genannten Tierchens zu thun haben. Die jungen Theridien pflegen nämlich noch in ihrem Geburtsjahre ein kleines Gespinst und aus wenigen Erdklümpchen einen ihrer Größe entsprechenden Schlupfwinkel darin sich herzurichten. Wird letzterer durch von unten neu angefügte Körnchen verschlossen, so mag er leicht in die Form des Winterquartieres übergehen[1].

Fig. 4. Winterquartier eines jungen *Theridium riparium*. Vergr. $2^1/_2$.

Darf ich zum Schluß noch eine Vermutung aussprechen, wie vielleicht unser *Theridium* zu der Gewohnheit gekommen sei, bei dem Baue seines Schlupfwinkels in der beschriebenen Weise zu verfahren, so möchte ich zunächst daran erinnern, daß die Therididen durch Zufall in ihr Gewebe geratene Blättchen u. dergl. vielfach in der Weise verwenden, daß sie dieselben als Schirmdach benutzen. Etwaige Lücken in letzterem werden durch neue Blättchen etc. oder auch durch die Skelette ihrer Beutetiere ausgefüllt. Letztere werden somit gleichzeitig aus dem eigentlichen Fanggewebe entfernt. So sieht man auch an dem Häuschen unseres *Theridium* häufig, wie schon oben gesagt, daß ausgesogene Ameisen der Wandung desselben eingefügt sind. Nun mochten die zur Erde gehenden

[1] Zu meiner Freude kann ich bestätigend anführen, daß ich auch heute, am 31. Dezember, eine Anzahl dieser Gebilde unter dem Schutze einer Ilex aufgefunden habe. Sie enthielten noch je ein halberwachsenes *Theridium*, welches von einem ziemlich derben Gespinst umhüllt war. Überwinternde erwachsene Tiere habe ich nicht bemerkt; in einem Falle hatte eine *Clubiona pallidula* sich das leere Häuschen eines *Theridium riparium* zum Asyl erwählt.

Fang- resp. Sicherungsfäden wohl öfter an zu kleine Erdstückchen angeheftet sein, welche beim Straffziehen des Fadens sich loslösten und so von der nach oben kletternden Spinne unabsichtlich mitgenommen wurden, um dann des Weiteren als Fremdkörper im Gewebe dem Häuschen angefügt zu werden. Bald dürfte die Spinne den Vorteil von Erde und Sand vor organischen Gebilden, als nicht der Verwesung unterworfen, erkannt haben, womit deren Vorliebe dafür erklärt wäre. — Darin aber, daß die Spinne den gefesselten Feind mit den Vorderbeinen zu sich emporzieht, möchte ich nicht einen einzig dastehenden Vorgang erblicken, sondern nur eine weitere Ausbildung einer auch bei andern Spinnen vorkommenden Eigentümlichkeit. Vorzüglich Radnetzspinnen pflegen die Speichen, in deren Bereich sich ein Tier gefangen hat, heftig mit den Vorderbeinen zu schütteln, weniger, wie ich glaube, um das Opfer noch fester zu verstricken, als vielmehr um sich zu überzeugen, daß dasselbe sicher gefangen sei und auch bei der Erschütterung nicht entfliehen könne. Die gleiche Absicht mag unser *Theridium* bei Erschütterung des Fangfadens mit den Vorderbeinen ursprünglich auch nur gehabt haben. Es hat aber dabei gelernt, daß der Feind so leicht vom Boden weggerissen werden kann, und hat sich diese Erfahrungsthatsache gut zu nutze gemacht. Ihre Nahrung in die Nähe ihres Schlupfwinkels zu tragen, ist anderseits eine bei den Spinnen weit verbreitete Gewohnheit.

Litteratur.

1) Ausserer, A., Die Arachniden Tirols nach ihrer horizontalen und vertikalen Verbreitung (Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. in Wien. 1867. Bd. XVII).
2) — Beobachtungen über Lebensweise, Fortpflanzung und Entwickelung der Spinnen (Zeitschrift d. Ferdinandeums III F. H. 13. Innsbruck 1867).
3) Blackwall, J., Characters of some undescribed Species of Araneidae (The London and Edinb. Philos. Mag. Vol. V. 1834).
4) — A History of the Spiders of Great Britain and Ireland (Ray Society) 1864. P. II.
5) Forel, A., Les fourmis de la Suisse (Neue Denkschr. d. allgem. schweizer. Ges. f. d. ges. Naturw. Bd. XXVI. Zürich 1874).
6) Herman, O., Ungarns Spinnen-Fauna. Budapest 1876. Bd. I.
7) Koch, C. L., Die Arachniden. Bd. IV. 1838.
8) McCook, H. C., The natural history of the agricultural ant of Texas. Philadelphia 1880.
9) Menge, A., Preußische Spinnen II (Schriften d. naturf. Gesellsch. in Danzig. N. F. — Bd. II. 1868).
10) Seidel, Einige Beobachtungen an Spinnen (Übers. d. Arbeiten und Veränderungen der schlesischen Gesellsch. f. vaterl. Kultur. Breslau 1848).
11) Thorell, T., Remarks on Synonyms of European Spiders. Upsala 1870—73.

Heterotrophie.

Ein Beitrag zur Insekten-Biologie

von

Prof. Dr. **K. W. v. Dalla Torre** (Innsbruck).

Mit 2 Holzschnitten.

Während der größte Teil der Blumen besuchenden und Blüten befruchtenden Insekten oder — wenn wir den Thatsachen Rechnung tragen — Hymenopteren in beiden Geschlechtern in ziemlich gleicher Weise diesem Geschäfte obliegt, kann doch in vielen Fällen eine verschiedene Blumenthätigkeit bei den Weibchen und Männchen beobachtet werden, und H. Müller[1], welcher als der erste diesen Verhältnissen Auge und Geist zuwandte, unterscheidet hierbei vier gesonderte Fälle: Pollenblumen werden nach ihm fast nur von weiblichen Bienen besucht und nur die honiglosen Papilionaceen werden versuchsweise auch von Bienenmännchen ausgebeutet, sowie umgekehrt die unausgeprägten Bienen (*Prosopis*, *Sphecodes*) auch im männlichen Geschlechte pollenfressend angetroffen werden. Im Gegensatze hierzu werden Honigblumen mit würzigem Dufte (wie *Origanum*, *Lavandula* u. s. w.) von den Männchen gewisser Bienenarten mit Vorliebe angegangen, während die Weibchen dieselben nur flüchtig oder gar nicht besuchen. Beuten aber beide Geschlechter die verschiedensten Blumenarten aus, so geben die Weibchen den ausbeutereichsten, die Männchen den wohlschmeckendsten und am bequemsten zugänglichen den Vorzug — ein Satz, von dem nur die Hummeln eine Ausnahme machen, bei denen sich infolge Vererbung sowohl Weibchen als Männchen der tiefsten und reichsten Honigtöpfe bemächtigen, wenn auch erstere vier bis sechs mal so viele verschiedene Blumenarten besuchen und letztere ziemlich ausnahmslos sich auf den ausbeutereichen Kompositenköpfen niedergelassen haben. Endlich gibt es auch noch Bienenarten, von denen die Weibchen ausschließlich nur eine Pflanzenart ausbeuten resp. nur eine Blumenform besuchen, während die Männchen meist mehrerlei Pflanzenarten anfliegen, und da dieser Vorgang in den

[1] Dr. H. Müller, Die Entwickelung der Blumenthätigkeit der Insekten. Kosmos Bd. IX. p. 204—215; 258—272; 351—370; 415—432.

meisten Fällen nicht auf Zufall beruht und somit mehr als Sammlerinteressen beansprucht, so möge in diese Gruppe der Blumenthätigkeit auch jener Fall hereinbezogen werden, in welchem die Weibchen einerseits, die Männchen und die ihnen in Größe und Körpergestaltung ziemlich ähnlichen Arbeiter anderseits der Ausbeutung einer ganz bestimmten Pflanzenart angepaßt sind, eine Erscheinung, welche ich als Heterotrophie[1] bezeichne. Das hervorragendste Beispiel dieser Art beobachtete ich im abgelaufenen Sommer d. J. an *Bombus Gerstaeckeri* Mor.[2] (*opulentus* Gerst. non Smith) — und habe keinen Zweifel, daß bei genauerem Zusehen die Zahl der Fälle sich bedeutend mehren wird. — Möge mir bei dem interessanten Vorkommen dieser Art auch ein kleiner Exkurs auf dieses gestattet sein.

Die vorliegende Hummelart wurde zuerst von Professor A. Gerstaecker[3] aus Berlin (jetzt in Greifswald) unter dem Namen *Bombus opulentus* in der weiblichen Form (wobei übrigens wegen der auffälligen Größe von $18^1/_2$—20 mm ein beigesetztes operar.? einen Zweifel ausdrückt) beschrieben. Am Schlusse der Beschreibung sagt der Autor: »Ich fing zwei ganz übereinstimmende und nach der Intaktheit ihrer Flügel und Körperbehaarung vollkommen frisch entwickelte weibliche Exemplare dieser prachtvollen Hummel am 22. August bei Martinsbruck im unteren Engadin an den Blüten von *Aconitum*: sie flogen daselbst in Gesellschaft von zahlreichen Exemplaren des *Bombus hortorum* Linné und verschiedener *Psithyrus*-Arten, u. a. des *Psith. globosus*. Trotz ihrer ansehnlichen Größe, aus welcher man auf Mutterhummeln schließen könnte, möchten sie sowohl nach der zugespitzten Form ihres Hinterleibes wie nach der Flugzeit eher als Arbeiter anzusprechen sein.«

Wie dies wohl öfter passiert, war die Beschreibung und mit ihr die neuaufgestellte Hummelart Gerstaecker's in Vergessenheit gekommen — der Öffentlichkeit gegenüber; in litteris aber spukte das Tier in den verschiedensten Köpfen herum: der eine hielt es nach der Beschreibung für eine »gute Art«, der andere für eine »schlechte«; in der einen Sammlung steckte es als *B. consobrinus* Dahlb. aus den Alpen, in den anderen als *B. hypnorum* Linné aus dem montanen Gebiete, und es gebührt wohl Dr. F. Morawitz das Verdienst, die Form als gute Art von *B. hortorum* var. *consobrinus* Dahlb. als der erste abgetrennt zu haben: er ist auch der Entdecker eines zweiten Fundortes, der gleich-

[1] ἕτερος, einer von zweien; τροφή, Nahrung. Unser Begriff der Heterotrophie darf nicht verwechselt werden mit dem von E. Löw (Beobachtungen über den Blumenbesuch von Insekten an Freilandpflanzen des botanischen Gartens zu Berlin, in: Jahrbuch des k. botan. Gartens etc. in Berlin III. 1884 p. 69—118; p. 253—296; sep. 92 pp.) aufgestellten Worte Heterotropie, womit der Autor die ungleichartige Blumenauslese gewisser gleichrüsseliger und auch sonst naheverwandter Bienen bezeichnet, die dann wieder in Poly- und Oligotropie zerfällt; die Schlußreihe derselben bildet die Monotropie.

[2] Dr. F. Morawitz, Die russischen *Bombus*-Arten in der Sammlung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Bulletin de l'Académie imp. des sciences de St. Pétersbourg Tom. XXVII. Nr. 1881. p. 213—265 (p. 242) und Mélanges biologiques Tom. XI. 1881. p. 69—144 (p. 111).

[3] Dr. A. Gerstaecker, Beiträge zur näheren Kenntnis einiger Bienenarten. Stettiner entomologische Zeitung Jahrg. 30. 1869 p. 139—367 (p. 319 n. 6.

falls in der Schweiz gelegenen Pfaffenwand bei Engelberg. Die erste Publikation aber über diese krypte Art erfolgte zu Ende des Jahres 1880, obgleich das betreffende Werk die Jahreszahl 1881 trägt; es ist dies Herm. Müller's[1] bekanntes Prachtwerk über die Alpenpflanzen, wo bezüglich des Vorkommens von *Bombus opulentus* Gerst. erwähnt wird: *Aconitum Lycoctonum* L., eine Hummelblume, proterandrisch. »♀. Normal saugend; Besuch sowohl für die Blume als für das Insekt erfolgreich; 20. 24. Juli 1875 Sulden (in Tirol), 1500—2000 m; ♀. desgleichen, 30. Juli 1877, unterhalb Weißenstein (Schweiz, Albulagebiet), 1800 bis 2000 m.« — Damit war nun nicht nur ein neues Verbreitungsareal gefunden, sondern auch eine biologische mit dem Blumenbesuche verbundene Beobachtung, auf die wir später noch zurückkommen werden; schließlich erwähnt der Autor noch: »Diese Hummelart wurde sowohl von Prof. Gerstaecker, der sie entdeckt und beschrieben hat, als von mir ausschließlich an *Aconitum Lycoctonum* gefunden.«

Inzwischen hatte ich[2] das Material meiner Sommerausbeute durchgearbeitet und, da mir unter demselben *Bombus opulentus* in allen 3 Geschlechtsformen untergekommen war, in der 5. Sitzung des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck, 7. März 1881, die Mitteilung gemacht, daß diese Art im August 1880 im Thale Sexten (im Pusterthale, 1300—1600 m) gefunden worden sei; einige Tage später den 31. März 1881 wurde das Februarheft der Mitteilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft ausgegeben, in welchem E. Frey-Gessner[3] eine kraftvolle, jugendlich begeisterte Schilderung seiner Exkursion i. J. 1880 entwarf, in welcher genau alle Daten über den Fang dieser Art beigebracht werden; schließlich gibt der Autor ein nüchternes Verzeichnis der beobachteten Hummelarten und schreibt über *Bombus opulentus*: »Im Juli (12.—16.) bloß große Weibchen, über hundert, auf *Aconitum Lycoctonum*. Ende August (24.—30.) flogen noch viele solche Weibchen, doch weil die Mehrzahl abgeflogen war, ließ ich solchen gerne die Freiheit; Arbeiterinnen besuchten nun zahlreich den blauen Eisenhut (ich fing über 200 Stück weg); vom 26. August an erschienen Männchen, jedoch noch nicht so zahlreich, daß ich mehr als einige zwanzig abfangen konnte; auch sie besuchten *Aconitum Napellus*.«

Die letzte Mitteilung endlich machte O. Schmiedeknecht[4]: »Nicht selten traf ich die schöne Art im Spätsommer 1879 am Schlern in Südtirol oberhalb des Bachs Ratzes. Sie besucht die Blüten der verschiedenen *Aconitum*-Arten.« — Gerade an demselben Orte verbrachte ich nun einen großen Teil des abgelaufenen Sommers, und es war mir

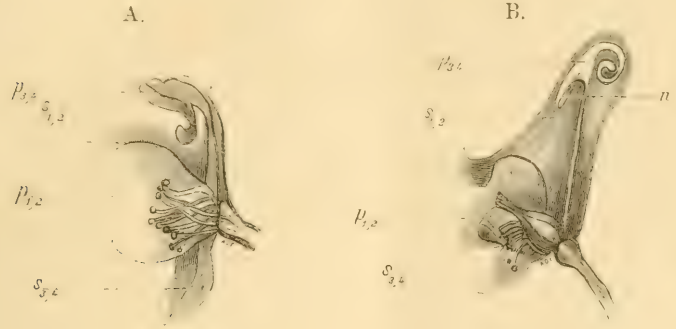
[1] Dr. H. Müller, Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Leipzig 1881 (ausgegeben Dezember 1880), 8°. 611 pg.; Fig. (p. 140).

[2] Bericht des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck Jahrg. XI. 1880/81. Vereinsnachrichten p. XXV.

[3] E. Frey-Gessner, Meine Exkursionen im Sommer 1880. Hymenoptera. Mitteilungen der schweizerischen entomologischen Gesellschaft Vol. VI. Heft 3. 1881. p. 105—118 (p. 115).

[4] Dr. O. Schmiedeknecht, Apidae Europaeae etc. Tom. I. 1882—1884. 8°, 866 pg. (Fasc. 4. 1882. p. 306.)

von höchstem Interesse, mit Dr. J. Kriechbaumer aus München, der sich auf seiner Reise durch Tirol zu einem freundlichen Rendezvous am Fuße des prächtigen Schlern und der pflanzenreichen Seisseralpe eingefunden hatte, das Tier in größter Menge und in allen Formen sammeln zu können. Hierbei kann sich der Beobachtung nicht entziehen, daß das, was allen früheren Sammlern aufgefallen und von Frey-Gessner in konzise Worte gekleidet worden war, in der That existiert: die Weibchen dieser Hummelart besuchen ausschließlich *Aconitum Lycoctonum*[1], die Arbeiter und Männchen ausschließlich die blauen *Aconitum*-Arten, speziell *Aconitum Napellus*, und es ist begreiflich, daß hierfür eine Erklärung gesucht und versucht werden sollte.



Aconitum Napellus L. *Aconitum Lycoctonum* aut.

s = sepala (Kelchblätter)
p = petala (Kronblätter).

In erster Linie scheint mir hierzu die Erörterung des Blütenbaues beider Arten oder Formgruppen notwendig zu sein und mit ihr Hand in Hand geht die Erörterung der Nektargewinnung in den beiden gegenübergesetzten Geschlechtsformen. Bei *Aconitum Napellus* (*A*) sind von den 4 Kelch- und den 4 Blumenblättern die ersteren ganz, von letzteren ein Paar zur Bildung eines einfärbig blauen Helmes mit Schutzdach s_1, s_2, Wangenschutz p_1, p_2 und zwei seitlichen Blättern s_3, s_4 herangezogen worden (»Eisenhut«); die zwei übrigen Blumenblätter p_3, p_4 aber haben sich in zwei Nektarien umgewandelt mit langen Stielen und paragraphenförmigen Honiggefäßen, deren Ausbeutung ausschließlich den Hummeln ermöglicht ist (*Bombus alticola*, *hortorum*, *mastrucatus*, *mendax*, *pratorum*, *terrester*). Hierzu befähigt sie nämlich, wie H. Müller so geistvoll nachwies, nicht allein die zum Eindringen in das Innere des Blumenraumes durch ihre Erdarbeiten beim Nestbau erlangte Kraft, Beweglichkeit und geistige Rührigkeit, sondern auch die Rüssellänge.

[1] Südlich der Zentralalpenkette findet sich in Tirol ausschließlich nur *Aconitum ranunculifolium* Reichb., die sich von *A. commutatum* m. (*Lycoctonum* aut. non L.) durch die linealisch-zerschlitzten sichelförmigen, sparrigen, vielspaltigen und verlängerten Blattabschnitte leicht unterscheiden läßt.

Eine Vergleichungstabelle der auf dieselbe untersuchten Arten mag dies versinnlichen.

Bombus	Rüssellänge in Millimetern ♀	☿	♂	Vertikale Verbreitung in Metern
alticola Kriechb.	11—13	9—11	8	800—2700
confusus Schenck	12—14	—	—	—1900
hortorum (Linn.)	18—21	14—16	—	—2200
hypnorum (Linn.)	11—12	8—10	—	—2200
lapidarius (Linn.)	12—14	10—12	8—10	—2500
lapponicus Fabr.	12—13	9—12	10	1000—2800
martes Gerst.	—	—	—	1000—2300
mastrucatus Gerst.	10—12	9—10	—	900—2600
mendax Gerst.	13—17	11—13	—	1500—2900
mesomelas Gerst.	15—18	12—14	9—10	1300—2600
mucidus Gerst.	—	—	—	1100—2500
muscorum (Linn.)	13—15	12—13	10—11	—1500
opulentus Gerst.	21—23	11—12	—	1500—2000
pascuorum (Scop.)	—	—	—	—1500
pratorum (Linn.)	12—14,5	8—12	8—10	—2600
proteus Gerst.	13—14	11—13	—	1000—2400
Rayellus (Kby.)	13—14	12—13	10—11	—2000
Scrimshiranus (Kby.)	—	10	—	—2400
senilis Fabr.	14—15	10—12	10	—1600
silvarum (Linn.)	12—14	10—12	9—10	—2300
terrester (Linn.)	9—11	8—9	—	—2700
tristis Seidl.	10—14	—	—	—1900

Aus derselben ergibt sich nämlich für die oben angeführten 6 Hummelarten eine mittlere Rüssellänge von 12,16 bis 16,41 mm für die Weibchen und von 9,83 bis 11,82 mm für die Arbeiter. Mißt man die mit den Rüsseln korrelate Länge des Nektarpetiols, so ergibt sich gleichfalls eine Länge von 10 bis 16 mm, so daß die Erreichung des Honigs vollständig und leicht möglich ist, wenn sich das betreffende Tier je nach der Größe mehr oder weniger weit in die Blütenhöhle einzwängt. Anders gestaltet sich die Sachlage bei *Aconitum Lycoctonum*[1]. Bei dieser Art *(B)* sind nämlich die unteren Kelchblätter s_3, s_4 und Blumenblätter p_1, p_2 nur etwa halb so groß als bei *Ac. Napellus* und der Helm s_1, s_2 bildet daselbst eine schräg oder senkrecht aufsteigende Röhre, welche in ihrem obersten Teile die Nektarien p_3, p_4 beherbergt.

[1] Ich bezeichne mit dem Namen *Aconitum Lycoctonum* aut. den Formenkomplex, welcher, in seiner geographischen Verbreitung noch wenig studiert, das südtirolische *A. ranunculifolium* Reichb., dann *A. Vulparia* Reichb. u. *A. Thelyphonum* Reichb. (zusammen mein *commutatum*) enthält; *Ac. Lycoctonum* Linné ist eine Neilreichische Sammel-Art; der nördliche Alpenzug besitzt *Ac. Vulparia* Reichb.

Während dieses aber bei voriger Art wegen der geringen Entwickelung nur einen adhärierenden Honigtropfen im oberen Teile der Phiole hält, bildet es hier ein stark spiralig eingerolltes Gefäß *(n)*, welches viele und reichliche Mengen von Honig enthält, indem in demselben $1^1/_2$ Spiralumläufe des Honiggefäßes mit Honig gefüllt sind, der überdies auch deutlich hervorleuchtet, wenn man unter diese Röhre hineinsieht. Da nun diese letztere aber zum Unterschiede von den Wangenklappen und Seitenblättern der Blüte von *Aconitum Napellus* den anfliegenden Hummeln keinen Halt gestattet, so daß sie in die Röhre hinein- und zu den Honiggefäßen hinaufkriechen könnte, so bleibt ihr zur Ausbeutung keine andere Wahl, als den Kopf in den untersten Teil der Röhre zu stecken und von da aus mit der Spitze des lang ausgestreckten Rüssels in das unten offene Ende des Nektariums zu gelangen. Somit sind zur Ausbeutung dieser Art nur die langrüsseligsten Hummelarten befähigt, nämlich, wie man theoretisch aus obiger Tabelle zu erschließen vermag. *Bombus hortorum* mit 18—21 und *B. opulentus* mit 21—23 mm Rüssellänge; natürlich von beiden nur Weibchen. In der That wurden aber auch nur diese beiden Arten bisher auf *Aconitum Lycoctonum* beobachtet. Über erstere berichtet H. Müller[1] bereits i. J. 1873: »*Aconitum Lycoctonum* sah ich in einem Walde bei Thüle unweit Paderborn (ebenfalls) ausschließlich von *Bombus hortorum* L. ♀, von dieser aber sehr häufig besucht und befruchtet.« Letztere Art wurde im bisher angedeuteten sattsam geschildert in Bezug auf ihr ausschließliches Vorkommen auf *Ac. Lycoctonum*.

Unter solchen Umständen ist es selbstverständlich, daß die Arbeiter von *Bombus hortorum* mit einer Rüssellänge von 14—16 mm noch zur notdürftigen Ausbeutung befähigt sind: bei den Arbeitern von *Bombus opulentus* aber ist dies zur Unmöglichkeit geworden, da der Rüssel nur eine Länge von 11—12 mm erreicht, also kaum dem Stiel der Honigspirale an Länge gleichkommt. Da blieb nun diesen kein anderer Ausweg übrig, als auf kurzgestieltere Honigblumen zu fliegen und die Nahrung dort zu suchen, wo ihnen dieselbe weniger hoch aufgehängt ist, und da *Aconitum Napellus* im Honigsafte mit dem von *Ac. Lycoctonum* wohl unter allen anderen Pflanzen dieser Formationsdecke am meisten übereinstimmen dürfte, anderseits beide Arten an Augenfälligkeit wetteifern und an Ort und Stelle in herrlichsten komplementären Blütenrispen prangen, so ist die Teilung des Tisches zwischen Weibchen und Arbeitern nicht schwer zu erklären.

Neben diesem auf morphologischer Grundlage aufgebauten Räsonnement mag vielleicht hier noch ein zweiter Grund mit angeführt werden, der zu weiteren Beobachtungen anregen soll; es ist die biologische Entwickelung dieser Art.

Die in der Ebene und Thalsohle lebenden Hummeln entwickeln sich nämlich bekanntermaßen in der Reihenfolge, daß im Frühling zunächst die Weibchen, welche in befruchtetem Zustande unter der Erde den Winter überdauert haben, ausfliegen, um einen Punkt zur Anlage des

[1] In Norddeutschland findet sich *Aconitum Thelyphonum* Reichb.

Nestes, dann Nahrung für die Brut zu suchen; später entwickeln sich dann die Arbeiter und unterstützen die Weibchen resp. Mutterhummeln im Nestbau sowie in der Brutversorgung, bis diese endlich all ihre Sorge für die Nachkommenschaft denselben überlassen; und erst im Hochsommer oder im Herbste erscheinen die Männchen, welche meist, wenn sie einmal das Nest verlassen haben, nicht mehr in dasselbe zurückfinden. Die Hummeln beginnen demnach in der Thalsohle ihre Thätigkeit in den ersten Frühlingstagen und entwickeln dieselbe durch 5, 6, ja selbst 7 Monate hindurch in einem und für einen einzigen Staat. Vergleicht man hiermit die Arbeitszeit der in der subalpinen und alpinen Region lebenden Arten, so ergibt sich auch für diese ein ähnlicher Entwickelungsgang, was um so begreiflicher ist, als die alpinen Hummeln dieselbe Staatsverfassung haben wie die Thalbewohner und nach meinen[1] und E. Hoffer's[2] Beobachtungen die Staaten derselben nicht volksärmer sind als jene der Thalbewohner. In der That fanden sich kurz nach dem Schneeschmelzen mit den ersten Blüten von *Soldanella* und zwergigen Aurikeln auch im Hochgebirge die ersten Hummelweibchen und es rückt die Zeit ihres Erscheinens um so mehr hinaus, je höher der Punkt liegt. So beobachte ich auf dem 2239 m hohen Blaser seit Jahren durchschnittlich Mitte Mai die ersten Stücke von weiblichen *Bombus alticola*, während auf der Pragerhütte und den gletschernahen Hochalpen c. 2700 m — um den Großvenediger noch Mitte August — stattliche Weibchen dieser Art und vollständig unlädirt getroffen wurden.

Ein Blick nun auf die in voriger Tabelle nach H. Müller's Beobachtungen beigesetzten Vertikalregionen, die durch meine eigenen Beobachtungen nur wenig in den Mittelwerten abgeändert werden, zeigt, daß nur *B. muscorum* und ihre Südform *B. pascuorum* und *senilis* unter der Baumgrenze (bis 1800 m) zurückbleiben, alle übrigen erreichen diese, und während der größte Teil über sie hinaus in die alpine Region aufsteigt, bleiben nur *B. confusus* und *B. tristis*, dann *B. Rayellus* und *B. opulentus* in dieser zurück; während aber die 3 ersteren Formen sowie die vorigen aus der Thalsohle dahin aufsteigen, ist für *Bombus opulentus* das Gebiet zwischen 1500 und 2000 m vertikaler Erhebung der Gürtel, innerhalb dessen sie fast ausschließlich getroffen wurde (Martinsbruck 1037 m, Sulden 1500—2000 m, Weißenstein 1800—2000 m, Pfaffenwand 1500—1790 m, Sexten 1300—1600 m, Schlern 1400—1500 m). Die Art stellt somit keineswegs ein Alpentier dar, dessen Entwickelung in ähnlicher Weise auf die kurze 2—3monatliche Vegetationszeit zusammengedrängt sein müßte wie etwa die von *Bombus alticola, B. lapponicus, B. mendax* u. a. Formen der Alpenregion. Wenn dem aber trotzdem so ist, indem von allen Sammlern weibliche Exemplare erst um Mitte Juli, von mir unlädirte Stücke noch in der zweiten Hälfte des August gleichzeitig mit den entsprechenden Arbeitern angetroffen worden sind — Frey-Gessner sagt geradezu: »ich glaube sogar, ich wäre im Juni zu früh

[1] Dr. K. v. Dalla Torre, Entomologische Beobachtungen. Entomologische Nachrichten, Jahrg. III. 1877. p. 33—37; 117—119 (p. 117).

[2] Dr. E. Hoffer, Neue Hummelnester von den Hochalpen. Kosmos 1885, I. Bd. p. 291—299.

gewesen —, so dürfte gerade für diese biologische Eigentümlichkeit ein weiterer Vorteil zu suchen sein, der darin besteht, daß die kurze Lebenszeit durch die Teilung des Tisches zwischen den einzelnen Geschlechtsformen um so besser ausgenützt werden kann. Gerade hierin liegt aber auch ein weiteres Moment, welches uns darauf hinweist, daß wir es hier nicht mit einem zufälligen Vorkommnis, sondern mit einer interessanten biologischen Thatsache zu thun haben, die, heute isoliert stehend, später wohl einmal den Ausgangspunkt für weitere Studien bilden mag.

Die Kulturzüchtung des Menschen gegenüber der Naturzüchtung im Tierreich.

Von

Moritz Wagner (München).

Die Scheu vor Blutschande, d. h. die Abneigung gegen jede nahverwandte Paarung, ist ein selbst bei den rohesten Völkern der Gegenwart bestehender höchst bedeutsamer Charakterzug, der sich gleichmäßig bei Buschmännern und Hottentotten, bei Australnegern und Papuas im Süden wie bei den Eskimos[1] im hohen Norden findet. Derselbe hat bei all diesen Völkern den Brauch eingeführt, zur Ehe sich das Weib aus einem anderen Familienstamm zu suchen. Da dieser Zug allen übrigen Arten des Tierreiches gänzlich fehlt und nur dem Menschen allein eigen ist, so müssen wir ihn als ein Attribut des allerfrühesten Kulturanfangs, als Merkzeichen der ersten, wenn auch niedrigsten Gesittungsstufe der Menschheit betrachten. Wir dürfen aber auch als höchst wahrscheinlich annehmen, daß derselbe auf einer noch tieferen Stufe der Entwickelung dem Menschen ebenso fremd war, wie er noch heute den ihm somatisch am nächsten stehenden Säugetieren völlig fremd ist.

Die Inzucht, welche bei lange dauernder Isolierung durch gesteigerte Fortbildung individueller Merkmale in beiden organischen Reichen das stärkste Mittel der phyletischen Transformation ist, mußte ihre tief eingreifende Wirkung bei dem Menschengeschlecht mit

[1] Wie weit diese Scheu vor jedem selbst nur scheinbaren Inzest bei den Eskimos im Baffinsland geht, davon teilte der Polarforscher Dr. Franz Boas in einer der letzten Sitzungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie (am 18. April 1885) einen interessanten Beitrag mit. „Die Sage, daß Walroß und Rentier ursprünglich als Geschwister aus dem Bauche der Sedna, Göttin der Unterwelt, hervorgegangen, hat bei den Eskimos zu den seltsamsten Arbeits- und Speisegesetzen geführt. Der nahen Verwandtschaft wegen dürfen Walroß und Rentier niemals beide an einem Tage gejagt und gegessen werden. Die Bearbeitung von Rentierfellen ist untersagt, so lange Walrosse gefangen werden können.“ (Zeitschrift für Ethnologie 1885, Heft III, S. 163.)

diesen frühesten Regungen der Gesittung verlieren, als letztere sich gegen blutsverwandte Fortpflanzung zu sträuben begann. Sobald der Mensch in dieses erste Kulturstadium, welches mit geschlechtlicher Abneigung gegen Verwandtschaft und mit entschiedener Neigung für fremdes Stammesblut sich ankündigte, eingetreten war, erfolgte auch in der menschlichen Phylogenesis eine bedeutsame Wendung, die im ganzen Tierreich kein analoges Beispiel hat. Neue Rassen mit scharf ausgeprägten Merkmalen, wie wir sie nur an den menschlichen Hauptrassen sehen, konnten sich nicht mehr bilden, da mit dem Verschwinden der strengen Inzucht die Differenzierung ihren stärksten Faktor einbüßte.

Oskar Peschel bemerkt mit Recht, daß es zu den dunkelsten, aber auch lehrreichsten Fragen der Völkerkunde gehöre: wie es Brauch geworden sei, Ehen zwischen Blutsverwandten zu vermeiden. Der sonst so scharfsinnige Geograph weiß weder die Ursache des entstandenen Brauches anzugeben, noch ist ihm die notwendige nächste Wirkung desselben in bezug auf die Phylogenesis der Menschenrassen klar geworden. Die Hypothese, daß die Erkenntnis der Schädlichkeit blutsverwandter Mischungen, indem jedes Elternpaar, das unter gleichen körperlichen Mängeln und Gebrechen leidet, dieselben in gesteigertem Grade auf seine Nachkommen vererbt, die Völker der niedrigsten Kulturstufe zu ihrer starken Abneigung gegen blutsverwandte Kreuzung gebracht habe, verwirft auch Peschel als haltlos, denn solche Erfahrungen, welche langwierige Beobachtungen voraussetzen, konnten unstäte und kindlich sorglose Menschenstämme nicht gewinnen. Daß aber doch gerade bei solchen niedrigststehenden Menschenstämmen die Scheu vor Blutschande am schärfsten entwickelt ist, erscheint dem philosophischen Kopf des geistreichen Geographen um so rätselhafter. Wir haben es indessen hier nicht mit einer Erklärung dieser rätselhaften Ursache, welche wir später versuchen wollen, sondern nur mit der einfachen Erkenntnis der Wirkungen einer thatsächlichen Erscheinung zu thun. Eine bedeutsame Thatsache bleibt die weite Verbreitung der sogenannten Exogamie, die es dem Mann verbietet, ein Weib aus dem eigenen Stamm zu nehmen, jedenfalls. Bei den meisten, wahrscheinlich bei allen wilden und barbarischen Völkern, soweit unsere Kenntnis derselben reicht, scheint dieselbe wenigstens unter den Nächstverwandten als uralter Brauch und Sitte zu bestehen. Merkwürdig ist, daß dieser Brauch bei vielen Völkern so tief wurzelt, daß eine Verletzung desselben sogar als ein Verbrechen gilt und selbst mit dem Tode bestraft wird. Die Thatsache, daß es z. B. in Australien Völkerstämme gibt, bei denen der Mann sogar verpflichtet ist, ein Weib aus einem bestimmten fremden Stamme zu nehmen, ist, wie Edward Tylor mit Recht bemerkt, für sich allein schon hinreichend, die irrige Ansicht zu widerlegen, daß das Leben der Wilden an gar keine bestimmten gesetzlichen Vorschriften gebunden sei. Bei den Irokesen in Nordamerika nahmen die Kinder den Stammesnamen der Mutter an. Gehörte z. B. die Mutter zum Bärenstamm, so war der Sohn ein »Bär« und er durfte dann kein Bärenmädchen heiraten, sondern mußte sich sein Weib aus dem Stamm der »Hirsche« oder »Reiher« wählen.

Tylor erinnert daran, daß sich ähnliche Vorschriften auch bei den höheren asiatischen Kulturvölkern finden. Ein indischer Brahmane darf kein Weib heiraten, das seinen Stammnamen führt. Auch der Chinese darf kein Mädchen ehelichen, welches denselben Zunamen hat wie er selbst. Wenn bei den klassischen Kulturvölkern der Inzest mitunter vorkam und in den dynastischen Familien der ägyptischen Ptolemäer und der peruanischen Inkas die Herrscher sogar regelmäßig ihre Schwestern heirateten, so waren dies Ausnahmen, um die Reinheit von Herrschergeschlechtern zu bewahren, denen ihre Völker eine göttliche Verehrung zollten. In keinem Lande aber war die Geschwisterehe ein Volksbrauch. Selbst bei einem so rohen, unstät schweifenden Jägervolk wie die Buschmänner in Südafrika und die Australier, welche unter allen wilden und barbarischen Völkern die allertiefste Stufe der Gesittung einnehmen und fast die Lebensweise der Raubtiere führen, besteht die allgemeine Scheu vor Blutschande und man darf dieselbe daher nicht bloß als einen Brauch, sondern vielmehr als einen menschlichen Charakterzug betrachten, der sich in unvordenklichen Zeiten bildete und fixierte. Es steckt in diesem aber eine phylogenetische Bedeutung, von welcher Peschel und mit ihm manche andere gelehrte und geistvolle Anthropologen und Ethnographen keine Ahnung gehabt zu haben scheinen.

Diese hochwichtige ethnologische Thatsache wirft ein klärendes Licht auf die dunkle anthropologische Frage: warum nur in den frühesten Perioden der Existenz des Menschengeschlechtes eine tiefere konstante Rassenvariation sich bilden konnte, also in jener Zeit, wo bei isolierten Familien durch Kreuzungsverhinderung mit fremden Geschlechtern eine gesteigerte Fortentwickelung individueller Merkmale der Stammeltern in den Abkömmlingen sehr entschieden begünstigt wurde.

Es ist notwendig, hier zu erinnern, daß nach allen Erfahrungen der künstlichen Züchtung jede entschieden neue Variation die Tendenz zu einer weiteren gesteigerten Variabilität in ihren nächsten Nachkommen zeigt. Der Organismus wird, wie alle Züchter künstlicher Rassen im Tier- und Pflanzenreich bezeugen, biegsamer und bildsamer, je öfter und je stärker die angeregten variierenden Faktoren eingreifen. Derselbe kann aber zu einer beträchtlichen Veränderung nur dann gelangen, wenn eine Verhinderung oder möglichste Beschränkung der freien Kreuzung die angeregte Variationstendenz während einer hinreichenden Zeitdauer unterstützt. Eine äußerst günstige Zeit in der Entwickelung der Menschheit fällt in das Ende der pliocänen Periode, wo eine Änderung des Klimas in der ganzen nördlichen Hemisphäre einen starken Impuls zu Wanderungen gab und in menschenleeren Gegenden ein zufälliges Zusammentreffen von günstiger Variabilität einzelner isolierter Menschen mit günstigen Standorten häufiger möglich war als später. In jene Zeit dürfte auch höchst wahrscheinlich die Entstehung der ältesten Menschenrassen fallen.

Mit dem Ausschluß der strengen Inzucht bei dem ersten Anfang der Gesittung mußte aber die räumliche Sonderung überhaupt bei dem Menschen wesentlich an ihrer differenzierenden Wirksamkeit verlieren, die sich von jenem Zeitpunkt an hauptsächlich nur auf die veränderten Verhältnisse der Nahrung und des Klimas im neuen Wohngebiet oder Stand-

ort und auf eine Änderung in der Übung der Organe beschränkte. Mit diesen geringeren Faktoren konnten — abgesehen von Bastardbildungen der Rassen durch Mischung — wohl neue Völkerstämme, neue ethnologische Varietäten, aber keine wirklichen neuen Rassen mit sehr bestimmten Merkmalen sich ausprägen, wie es noch in jener menschlichen Urzeit der Fall war, wo noch keine geschlechtliche Abneigung gegen Blutsverwandte die fortbildende Wirkung einer langen Isolierung abschwächte.

Mit dieser Annahme, die jedem unbefangenen Forscher plausibel genug erscheinen dürfte, stimmen die Resultate der neuesten anthropologisch-anatomischen Untersuchungen und die Ansichten hervorragender Forscher bezüglich »der Unveränderlichkeit der menschlichen Rassentypen seit dem Diluvium« — Ansichten, wie sie von Virchow, Kollmann, Ranke u. a. vertreten werden, sehr gut zusammen. Wenn Kollmann mit besonderem Nachdruck betont, »daß die Menschenrassen Dauertypen seien, welche trotz des Wechsels von Klima, Nahrung und Standort seit dem Diluvium dieselben geblieben«, und daß »die Geschichte der Transformation der Rassenmerkmale für den Menschen viel weiter zurückliege, als man noch vor wenigen Jahren vorausgesetzt hatte«, so liegt in der durch viele thatsächliche Beobachtungen unterstützten Behauptung des kenntnisreichen Anthropologen nicht nur kein Widerspruch mit unserer These, sondern jene findet gerade durch letztere ihre natürlichste und einfachste Erklärung. Denn wenn mit dem Eintritt der ersten menschlichen Regungen gegen den Inzest der Hauptfaktor des Transformismus, auf welchen wir bereits in unseren früheren Beiträgen im Kosmos als besonders bedeutsam für die Artbildung in beiden organischen Reichen hingewiesen, nämlich »die Fortbildung individueller Merkmale durch blutsverwandte Fortpflanzung«, fast gänzlich aufhörte und wenn zugleich bei stark zunehmender Vermehrung und Expansion des Menschengeschlechts eine dauernde Isolierung und mit ihr die Thätigkeit anderer Faktoren, wie z. B. die veränderte Nahrung, die veränderte Übung der Organe u. s. w. immer schwächer wurde, so mußte damit notwendig ein Abschluß der eigentlichen Rassenbildung eintreten. Die »Ausstrahlungszentra« oder isolierten Standorte, welche von Johannes Ranke und anderen Anthropologen in ihren vergleichenden Untersuchungen mit Recht als wichtig hervorgehoben wurden, mußten immer enger, die reine Inzucht immer schwieriger und das Eindringen von fremden Stammestypen der Nachbarschaft immer leichter und häufiger werden. Geringere schwankende Varietäten, neue Völkertypen konnten daher nur durch Mischungen verschiedener bereits existierender Rassen und Stämme und durch andere minder wirksame Einflüsse noch später sich bilden. Eine Kulturzüchtung trat bei dem Menschen an die Stelle der Naturzüchtung. Die Ergebnisse der Untersuchungen Kollmann's dürfen wir als eine volle Übereinstimmung mit unserer These betrachten, deren Richtigkeit sehr anfechtbar sein würde, wenn die Resultate der anthropologischen Forschung anders lauteten.

Von dem mächtigen Einfluß der Inzucht auf die Rassenbildung, welchen die künstliche Züchtung längst schon erkannt hat, werden uns,

wie wir bereits in früheren Aufsätzen mit den bezüglichen Thatsachen dargelegt haben[1], im freien Naturleben die schlagendsten Beweise durch die chorologischen Erscheinungen der Faunen und Floren auf den ozeanischen Archipelen geliefert. Besonders deutlich sehen wir diese Beweise auf den größeren vulkanischen Inselgruppen der Südsee, wie die Galapagos und der Hawaïarchipel, deren einzelne Eilande niemals unter sich zusammenhingen und die trotz der Gleichförmigkeit des Klimas und der übrigen äußeren Verhältnisse doch so verschiedene Arten und konstante lokale Varietäten auf jeder abgesonderten Insel ausprägten. Wir haben den auf die ozeanischen Inseln bezüglichen Beiträgen im »Ausland« später im »Kosmos« eine weitere Serie zoo-geographischer Fakta aus den wichtigsten und instruktivsten Ländern Nordafrikas, Vorderasiens und Südamerikas folgen lassen, ohne weder hinsichtlich dieser Thatsachen noch der Schlüsse, die wir aus denselben auf den somatologischen Differenzierungsprozeß der Organismen gezogen haben, einer Widerlegung oder selbst nur einem Widerspruch zu begegnen. Aus diesem Stillschweigen unserer früheren verehrten Gegner, die unsere erste mangelhafte Darlegung der »Migrationstheorie« (1868) mit Recht teilweise bekämpften, dürfen wir wohl den Schluß ziehen, daß sie jetzt unseren reformierten Ansichten hinsichtlich der einfachen Mittel, mit denen die Natur bei der Ausprägung und Fixierung ihrer organischen Typen operiert, doch zustimmen oder, wenn es noch nicht geschehen sein sollte, bei unbefangener Prüfung aller Thatsachen allmählich zustimmen werden.

Zahlreiche neue gewichtvolle Zeugnisse für die Wirkung der Inzucht durch Isolierung hat Alfred Russel Wallace in seinem inhaltreichen Buch »Island life« (London 1881) geliefert, freilich ohne von unseren Thesen, die er wegen seiner mangelhaften Kenntnis der deutschen Sprache vielleicht nie gelesen, die geringste Notiz zu nehmen und ohne selbst zu merken, daß er durch die von ihm mitgeteilten zoo-geographischen und phyto-geographischen Thatsachen auf den ozeanischen Inseln den Wert der Darwin'schen Selektionstheorie mit ihrer vagen und übertriebenen Vorstellung von dem Einfluß des »Kampfes ums Dasein« auf die Artbildung beträchtlich erschüttert hat.

Zu der bedeutsamen Verschiedenheit der Faktoren, die wir mit der ersten Stufe einer beginnenden Kultur in die Phylogenesis der Menschenrassen und deren Fortentwickelung eingreifen sehen, kommen neben der Abneigung gegen Blutschande noch andere Faktoren, welche von den gewöhnlichen Naturmitteln bei Ausprägung neuer Typen im übrigen Tierreich wesentlich abweichen. Auch diese mitwirkenden Agentien waren bei den physiologischen und morphologischen Veränderungen, die das Menschengeschlecht schon seit seiner Urzeit erfahren hat und die allmählich zwischen ihm und seinen nächsten Verwandten in der Klasse der Säugetiere eine so tiefe kluftähnliche Lücke hervorbrachten, von unzweifelhafter Wichtigkeit.

Der Mensch in seiner gegenwärtigen Erscheinung zeigt sich uns un-

[1] Zeitschrift „Ausland“ 1875. Die Chorologie der Organismen auf den ozeanischen Inseln.

leugbar im Vergleich mit der übrigen Tierwelt als ein sehr abnormes Wesen, nicht gerade wunderbar, aber höchst sonderbar. Die frühere Vorstellung von einem übernatürlichen Wunder seiner Entstehung würde sich freilich bei denen, welche im Menschen sogar ein »Ebenbild Gottes« zu sehen wähnten, schon längst modifiziert haben, wenn sie den wilden Menschen der niedrigsten Rassen, z. B. den Buschmann und Australier in seinem Leben und Treiben massenhaft beobachtet hätten. Immerhin bleibt aber auch dieser wilde Mensch mit seinen sehr tierischen Trieben seinen somatisch nächstverwandten Vettern unter den Primaten gegenüber eine überaus merkwürdige Erscheinung und es ist wirklich recht schade, daß wir von der Anfangsgeschichte seiner Entwickelung von der Miocänperiode, wo es bereits in Europa wie in Zentralasien Anthropoiden von menschlicher Größe gab, bis zum Diluvium gar nichts wissen und, nach der äußerst seltenen und lückenhaften Erhaltung von fossilen Resten der ihm nächstverwandten Typen zu schließen, auch vielleicht nie etwas wissen werden. Unsere äußerst fragmentarische Kenntnis der ältesten sicheren Spuren der Menschen beginnt bekanntlich erst mit der sogenannten Eiszeit, in welche das letzte Dritteil der pliocänen Periode allmählich verläuft. Hier zeigen sich bereits sehr auffallende Erscheinungen, von denen wir an den lebenden Anthropoiden gar nichts Ähnliches finden.

Der Mensch allein erlangte unter der treibenden Gewalt des Hungers und der Kälte, die mit dem Klimawechsel am Ende der tertiären Epoche in der nördlichen Hemisphäre eintrat, die Fähigkeit, künstliche Werkzeuge und schützende Kleider sich zu fertigen. Diese Fähigkeit involvierte zugleich das Vermögen zu weitester Verbreitung und machte den Menschen zum kosmopolitischsten aller Geschöpfe, denn er gewann dadurch das Mittel, allen Klimaten zu trotzen. Mit Fahrzeugen, die er sich mit seinen rohen Steinwerkzeugen zimmerte, konnte er alle trennenden Wasserschranken überwinden, über alle Meere schwimmen. Mit schützenden Kleidern, die er aus Tierhäuten und Pflanzenfasern bereiten lernte, mit Hütten, die er sich baute, und mit der Entdeckung des Feuers, welche in die früheste Periode seiner Entwickelung fällt, konnte er dem schädlichen Einfluß der Kälte und Nässe besser als alle anderen Geschöpfe widerstehen. Er hatte damit die Befähigung errungen, auf Kontinenten und Inseln bis zu den entferntesten bewohnbaren Punkten sich ausbreiten zu können. Er gewann damit das ausgedehnteste Migrationsvermögen, wie es in gleichem Grade kein anderes Säugetier besitzt.

Von noch ganz anderer Bedeutung für die eigenartige Richtung der körperlichen und geistigen Differenzierung des Urmenschen mußte seine Fähigkeit sein, durch artikulierte Laute sich zu verständigen und allmählich eine Sprache sich zu bilden, die, so roh und unvollkommen sie auch lange Zeit gewesen sein mag, ihn doch allmählich in soziale Zustände versetzte, wie sie kein sprachloser Anthropoide zu erreichen vermochte. Erst mit dem Besitz der Sprache konnte das Gehirn sich durch anhaltende Thätigkeit zu einem höheren Denkorgan entwickeln. Die Fortbildung seines Sprachvermögens ermöglichte dem Menschen den Übergang vom Zustand der geselligen Herde, die wir auch bei anderen

Tierarten sehen, in den Zustand der sich besser schützenden, organisierten und für ihre Bedürfnisse sorgenden Horde oder des Stammes. In der Phylogenesis des organischen Lebens auf unserem Planeten bildet das erste Auftreten eines solchen sprachbegabten, denkfähigen und geselligen Geschöpfes gegen das Ende der Tertiärzeit eine Epoche von ungeheuerster Bedeutung. Während einer unermeßlichen Vergangenheit, welche Millionen von Jahren umfaßt, hat sich die Schöpfung nur mit niedrigen Lebewesen ohne Denkkraft und ohne Sprache begnügt, wie die Geologie unwiderlegbar beweist. Erst in der miocänen Periode zeigen sich die ersten Anthropoiden und unendlich spät, nachdem in beiden organischen Reichen seit den cambrischen Ablagerungen sich Schöpfungen auf Schöpfungen in ihren verschiedenen Entwickelungsphasen gefolgt, erscheint ein seiner selbst bewußtes mitteilungsfähiges Wesen, der Mensch, von welchem Goethe so tiefsinnig bemerkt: »daß er das erste Gespräch ist, das die Natur mit Gott hält. Auf die bedenkliche Frage, warum die Gottheit während jener unermeßlichen Zeiträume, die auf unserem Planeten von der ältesten Primordialfauna bis zum Ende der Tertiärformation verflossen sind, sich mit einer so schauerlichen geistigen Öde, wo die existierenden Geschöpfe sich nur gegenseitig fressen und jagen, begnügt habe, sind uns freilich Theologie und Philosophie jede Antwort schuldig geblieben.

Mit dem Erscheinen eines sprachfähigen Wesens ist die umgestaltende Thätigkeit der Naturzüchtung durch Migration und Sonderung auf Grund der Variabilität und der Vererbung in eine neue Phase getreten. Jedes Menschenpaar, jede Familie, die sich von einer größeren Horde lange absonderte, vermochte unter besonders günstigen Verhältnissen durch Inzucht einen neuen kräftigen Stamm zu erzeugen, dessen einzelne Glieder durch sprachliche Verständigung zusammenhielten und sich nicht nur zu einem größeren Stamm vermehren, sondern auch sich organisieren und geistig fortbilden, besonders aber auch zu Massenbewegungen sich beraten und vorbereiten konnten, so oft das Nahrungsbedürfnis oder andere Stammesinteressen sie zu einem Wechsel ihrer Wohngebiete drängte. Mit der Stammesbildung begannen jene größeren Massenwanderungen, jene Raubzüge und Eroberungen, die in der Regel zu massenhaften Mischungen mit anderen Stämmen führten. Die menschliche Neigung zu fremden Weibern und zur Polygamie ließ den stärkeren Eroberstamm die Weiber des besiegten Stammes verschonen und sich aneignen, wenn er die männliche Bevölkerung tötete oder zu Sklaven machte.

Kein anderes Geschlecht der Säugetierklasse und keine andere Art der Primaten kennt solche kombinierte Massenwanderungen, wie sie uns die Ethnologie der Naturvölker und die früheste Geschichte der menschlichen Kultur teils thatsächlich lehrt, teils in hohem Grade wahrscheinlich macht. Wir erinnern hier beispielsweise an die Expansion und die wilden Eroberungszüge der afrikanischen Bantu, Fulah, Hamiten und aus Arabien in Afrika eingewanderten Semiten, die uns in späterer Zeit eine Wiederholung von analogen älteren Vorgängen zeigen. Jene kombinierten menschlichen Massenwanderungen waren aber stets und überall auch von Massenmischungen sowohl verschiedener Völkerstämme als verschiedener

Rassen begleitet. Diese Massenmischungen haben auch in historischer Zeit nicht abgenommen. Sie kommen in allen Erdteilen vor und mußten in Europa besonders zahlreich in den Zeiten der kriegerischen Völkerwanderungen sein, welche dem Untergang des römischen Reiches vorausgingen und folgten. Auch später haben solche massenhafte Bewegungen und Mischungen sich fortgesetzt. In dem Zeitalter der großen geographischen Entdeckungen mit der erweiterten Schiffahrt nach beiden Ozeanen, die zu großen Emigrationen und einer starken Ausbreitung des Sklavenhandels führten, nahmen die Massenmischungen der verschiedenen Menschenrassen und Völkerstämme beträchtlich zu.

Am großartigsten offenbart sich dieser anthropologische Prozeß in unserer Gegenwart mit der Entdeckung der bewegenden Dampfkraft. Selbst jene kriegerischen Völkerwanderungen der alten Zeit, wie waren sie in aller Größe der ethnographischen Veränderungen, die sie hervorbrachten, doch noch verschwindend klein im Vergleich mit den ungeheuren Wogen der friedlichen Völkeremigration unserer Tage, welche in den verschiedensten Richtungen ausströmen! Diesen typischen Völkerbildungsprozeß der Neuzeit sehen wir in merkwürdigster Weise in Nord- und Südamerika sich fortsetzen, wo die ethnographischen Mischungselemente nicht nur massenhafter, sondern zum Teil auch grundverschiedener sind wie sonst wo auf der weiten Erde. Mit der überwiegenden Zahl indogermanischer Elemente, die aber sehr verschiedenen Stämmen: Engländern, Schotten, Deutschen, Skandinaviern, Iren, Spaniern, Portugiesen, Franzosen, Italienern, Slaven angehören, treffen dort die eingebornen Mulatten und Zambos zusammen und dazu gesellen sich viele Tausende von Einwanderern der mongolischen und malayisch-polynesischen Rasse aus Asien und den Südseeinseln, welche nicht immer wieder in die alte Heimat zurückwandern, sondern auch teilweise in den Kolonien bleiben und sich Weiber aus anderen Rassen nehmen.

Bei diesen massenhaften Mischungen von verschiedenen Rassen und Völkerstämmen, welche sich im Menschengeschlecht seit Jahrtausenden durch eine massenhafte Expansion vollzogen haben, ist es vollkommen begreiflich, daß die zahlreichen Schädelmessungen unserer Anatomen und Anthropologen bisher nur so wenig brauchbare Ergebnisse bezüglich einer präzisen systematischen Diagnose der einzelnen menschlichen Unterrassen und Völkerstämme lieferten. Karl Ernst v. Baer, der sich bekanntlich s. Z. auch sehr eifrig mit Schädelmessungen befaßte, äußerte einmal in Göttingen: »ich komme immer mehr zur Überzeugung, daß solche Messungen nur ein negatives Resultat bezüglich der Hauptfragen liefern können«. Es mag gewiß recht anerkennenswert erscheinen, wenn uns durch genaue kraniologische Detailbestimmungen Kubikinhalt, Länge, Breite und Höhe der einzelnen Schädel, ihr Horizontalumfang und ihr vertikaler Querumfang, Stirnbreite, Jochbreite und Nasenbreite und noch sehr viele andere Einzelheiten des Schädelbaues in tausenden und abertausenden von Messungen von unseren ameisenfleißigen Anthropologen alljährlich vorgelegt werden. Aber sind dieselben in bezug auf die kausalen Fragen der Anthropologie auch sehr lohnend? Der übertriebenen Wertschätzung gegenüber, die man solchen wenig fruchtbaren Arbeiten

oft beilegen hört, wird man unwillkürlich an das Faust'sche Wort gemahnt von dem Kopf, der »mit gieriger Hand nach Schätzen gräbt und froh ist, wenn er Regenwürmer findet«.

Indem der aufmerksame Leser all diese mühevollen Detailforschungen überschaut, bemerkt er mit Staunen die enormen Schwankungen, welche in den Körpermaßen innerhalb eines und desselben Volksstammes vorkommen. Selbst bei einer auf einer kleinen Insel zusammengedrängten eingebornen Bevölkerung, wie auf der Insel Samal im Philippinenarchipel, von welcher uns jüngst Alexander Schadenberg so genaue Schädelmessungen lieferte und wo man doch eine annähernde Gleichförmigkeit der Bevölkerung am ersten vermuten sollte, schwanken die Indices der Längen- und Breitenhöhen, der Jochbreiten, Augenhöhlen, Nasen u. s. w. zwischen den verschiedenen Individuen ganz außerordentlich. Ähnliches sieht man auch auf anderen Inseln, z. B. den Nikobaren, von denen die österreichische Novaraexpedition eine kleine Schädelsammlung mitbrachte, deren Resultate neuerdings durch Virchow's Messungen der im Kopenhagener Museum befindlichen nikobarischen Schädel ergänzt wurden. Hier schwankt bei 11 untersuchten Schädeln der Längenbreitenindex von 70,5 bis 82,7, der Längenhöhenindex von 77,3 bis 84,0, der Ohrhöhenindex von 64,9 bis 70,9. Es sind selbst in dieser kleinen Zahl von Schädeln der gleichen Inselbevölkerung die verschiedensten Kopfformen: dolichokephale, mesokephale und brachykephale vertreten. Unter den kontinentalen Völkern ist der morphologische Wirrwarr und besonders die Verschiedenheit der individuellen Kopfformen noch weit größer. In Mitteleuropa wohnen typische Varietäten derselben indogermanischen Rasse, Lang- und Kurzschädel, mit langen und breiten Gesichtern massenhaft neben- und durcheinander. Mit der blonden und brünetten Varietät derselben Hauptrasse steht es ebenso. Es war sicherlich in gewisser Beziehung recht interessant und löblich, wenn auf die Anregung Virchow's ein massenhaftes statistisches Material in Mitteleuropa herbeigeschafft wurde, welches an 10 Millionen Schulkindern nachweist, daß in Norddeutschland dem blonden Typus zwischen 43,35 und 33,5 Prozent angehören, in Mitteldeutschland zwischen 32,5 und 25,29, in Süddeutschland zwischen 24,46 und 18,44.

Der rein germanische Typus, wenn man den blonden Typus so nennen darf, ist also auch als vorherrschendes Merkmal des deutschen Volksstammes durch massenhafte Mischungen mit brünetten Völkern der indoeuropäischen Rasse längst schon verwischt, denn selbst in Deutschland kommt auf denselben nicht einmal ein volles Dritteil der Bewohner. Die Übergänge, die schwankenden Zwischenformen sind überall in Majorität. Da in Mitteleuropa der Mischungsprozeß zwischen dem blonden und brünetten Typus in ausgedehntester Weise fortdauert, so können und müssen sich die relativen Zahlenverhältnisse mit jedem Dezennium beträchtlich ändern. Wenn die allgemeine Erfahrung richtig ist, daß der Mensch in seinen geschlechtlichen Neigungen gerne sein Gegenbild sucht und daß der brünette schwarzäugige Mann vorzugsweise eine blonde blauäugige Jungfrau begehrt oder auch umgekehrt der blonde Mann eine brünette Frau in seiner Neigung, die freilich nicht immer zur Ehe führt,

durchschnittlich vorzieht, so muß schon aus dieser Ursache das Resultat ein allmähliches Verschwinden der reinen Typen sein. Bei so schwankenden Verhältnissen, die mit jedem Jahr wieder andere sind, haben aber statistische Angaben für die Anthropologie nur sehr geringen Wert. Doch auch über die wichtigsten phylogenetischen Probleme geben uns diese statistischen Mitteilungen massenhafter Detailmessungen keinen Aufschluß. Nicht den geringsten Schein eines Lichtes bieten sie bezüglich der dunklen Fragen: aus welchen inneren und äußeren Ursachen der ursprünglich gleichförmige Typus der arischen Rasse sich in zwei Varietäten, eine brünette und eine blonde spaltete und mit welchen Faktoren dieser Differenzierungsprozeß sich vollzog? Auch über den Verlauf der zahllosen Mischungen in prähistorischen Zeiten erfahren wir durch sie nichts, ebensowenig wie über die Rolle, welche bei diesem Prozeß der Atavismus spielte, auf den wir doch die überaus zahlreichen Beispiele, wo in Familien, wenn auch beide Eltern brünett oder blond sind, gleichwohl ein Teil der Kinder den entgegengesetzten Typus zeigt, zurückführen müssen. Die dunkle kausale Frage der menschlichen Phylogenie, die uns doch vor allem interessiert, erhält also durch die zahllosen detaillierten Körpermessungen mit ihren schwankenden Resultaten nicht nur keine wesentliche Aufklärung, sondern dieselbe wird damit nur noch komplizierter und schwieriger und auch hier drängt sich wieder ein oft citierter Faust'scher Stoßseufzer auf:

„Was man nicht weiß, das eben brauchte man,
Und was man weiß, kann man nicht brauchen."

Die Exogamie oder Abneigung gegen blutsverwandte Paarung, welche in schroffem Gegensatz zu dem ganzen übrigen Tierreich selbst bei den niedrigst stehenden Völkern als ein allgemein verbreiteter menschlicher Charakterzug existiert, ist, wie bereits früher bemerkt wurde, für die phylogenetische Frage von großer Wichtigkeit. Die Ursache ihrer Entstehung hängt mit der menschlichen Familienbildung zusammen, welche in ihrer Weise zu wohnen und zu leben von der Lebensweise aller übrigen Gattungen der Säugetiere vollständig abweicht und dem Menschen allein eigen ist. Diese Familienbildung, das bleibende Beisammenwohnen der einzelnen Familienglieder zu Schutz und Trutz gegen Feinde, datiert aber erst von der Eiszeit, zu welcher das Ende der Pliocänperiode die Introduktion bildete. Die tertiären Vorfahren des diluvialen Menschen hatten noch keine feste Wohnstätte, sondern führten, ihre Nahrung suchend, noch ein ungeselliges zerstreutes Wanderleben gleich den ihnen somatisch nächstverwandten Säugetieren. Spuren von künstlichen Wohnstätten, von Hütten und Höhlen, die der menschliche Urahne der Miocänperiode bei einem viel wärmeren Klima noch gar nicht bedurfte, hat die geologische und die prähistorische Forschung in den Tertiärgebilden nirgendwo entdeckt, auch nicht in jenen Gegenden des mittleren und südwestlichen Europas, wo der sehr menschenähnliche *Dryopithecus Fontani*, der *Pliopithecus antiquus* und andere große anthropomorphe Affen, deren fossile Reste, von Lartet beschrieben, uns bruchstückweise erhalten sind, bereits zahlreich lebten.

Erst der diluviale Mensch bewohnte mit seinen Nächsten eine ge-

meinsame Hütte oder Höhle, die er sich zum Schutze gegen Kälte und Nässe mit künstlichen Werkzeugen wohnlich einrichtete und die ihn zu einem engen bleibenden Beisammensein nötigte, aus welchem das menschliche Familienleben, so verschieden von der Tierfamilie, sich allmählich entwickelte. Die Gewohnheit des dauernden Zusammenlebens übt aber, wie die Erfahrung lehrt, eine abstumpfende Wirkung auf den sinnlichen Reiz: was man von frühester Kindheit an täglich und stündlich vor den Augen hat, begehrt man nicht mit Leidenschaft. Diese tägliche Gewohnheit des Beisammenwohnens, eine Eigenheit der menschlichen Familie, war und ist stets und überall der stärkste Dämpfer der Phantasie und Sinnenlust. Dieselbe läßt eine geschlechtliche Neigung zwischen Geschwistern gar nicht aufkommen, oder wenn es in seltenen Ausnahmefällen dennoch vorkommt, so geschieht es nur da, wo jede anderweitige Gelegenheit zur Befriedigung des Geschlechtstriebes fehlt. Nur das Neue, das Fremde und Fernerliegende reizt die Phantasie und die Begierde nach dem Besitz. Der gewaltsame Raub der Sabinerinnen, durch die menschliche Neigung zur Polygamie unterstützt, hat sich in den Urzuständen aller Völker unzähligemale wiederholt. Durch Generationen vererbt ist die Scheu vor Blutschande als Exogamie bei den Naturvölkern in Familie und Stamm Brauch und Sitte geworden.

Wenn man gegen diese Deduktion einwenden wollte, daß die Buschmänner und Australier, die gegenwärtig ein schweifendes Jägerleben ohne künstliches Obdach führen, dennoch dieselbe Scheu vor Blutschande hegen, so wäre dieser Einwand nicht stichhaltig. Denn diese beiden tiefstehenden Völker, die als Jäger sehr geschickt sind im Fertigen von Waffen und Werkzeugen, sind in den Räumen, die sie jetzt bewohnen, nicht autochthon, sondern dort eingewandert und in ihre unwirtbaren Wildnisse meist von den Nachbarvölkern gewaltsam verdrängt. Diese verkommenen Rassen lebten und wohnten einst in anderen Gegenden unter besseren Verhältnissen. Von ihrer glücklicheren Vergangenheit haben sie aus Gewohnheit noch den Brauch erhalten, familienweise umherzuschweifen. Söhne und Töchter bleiben gewöhnlich bei den Eltern bis zur Geschlechtsreife, was bei keinem Säugetier, auch nicht bei den Affen stattfindet.

Wem diese einfache und natürliche Erklärung der Entstehungsursache der Exogamie nicht genügt, der gebe uns eine bessere. Wie dem aber auch sei, diese Ursache ist für die Fragen, die wir hier behandelten, völlig irrelevant. Wir haben es hier, wie schon anfangs betont wurde, nur mit den Wirkungen einer sehr bedeutsamen anthropologischen und ethnologischen Erscheinung zu thun, welche thatsächlich besteht und schon in einem sehr frühen Stadium der menschlichen Entwickelung durch Beschränkung der Inzucht der Transformation ihren stärksten Faktor entzog.

Mit dem Fortschritt der Kultur machten sich bei dem Menschen noch viele andere, zum Teil sehr komplizierte Einflüsse geltend, welche den morphologischen Prozeß der Umbildung wesentlich abweichend von der einfacheren Naturzüchtung im Tierreich gestalten mußten. Wir er-

kennen dies auch an den wesentlich verschiedenen Resultaten in den Vorgängen der Bildung neuer Völkertypen. Im Tierreich ist die freie Kreuzung der Individuen innerhalb des gleichen Wohngebietes ein überaus wichtiger Faktor, welcher möglichste Gleichheit oder Ähnlichkeit des Individuenbestandes einer Art herstellt und im Bunde mit langer Zeitdauer die charakteristischen Merkmale einer veränderten Art befestigt und stabil zu machen strebt. Im Menschengeschlecht lassen schon in den ersten Stadien der Kultur die ihm eigentümlichen sozialen Verhältnisse und Gewohnheiten, die sich mit seinem Sprachvermögen ausbildeten, eine ganz ungehemmte Kreuzung nicht zu und die Beschränkung der letzteren wächst notwendig mit den Fortschritten der Kultur. Die starke Expansionslust des Menschen, die Teilung der Arbeit, die monogamische Ehe, der ungleiche Besitz, die Bildung abweichender Sprachformen, die verschiedenen Religionen, die allmähliche Entstehung verschiedener gesellschaftlicher Stufen, Stände und Kasten und noch viele andere soziale Einrichtungen der menschlichen Kultur mußten die freie Kreuzung, wie sie im Tierreich als der wichtigste Faktor der somatischen Nivellierung und Ausgleichung erscheint und in einem zusammenhängenden Wohngebiet nur geringe individuelle Variationen aufkommen läßt, sehr bedeutend beschränken.

Diese Beschränkungen der Kreuzung waren indessen bei den Kulturvölkern weder absolut noch stark genug, um ohne lange und strenge räumliche Isolierung neue wirkliche Rassen auszuprägen, aber sie begünstigten die Bildung vieler etwas verschiedener Typen von Völkern, die Entstehung geringer äußerer, meist physiognomischer nationaler Merkmale, die oft schwer zu definieren sind und doch von geübten Augen meist auf den ersten Blick erkannt werden. Ein scharfer Beobachter wird unschwer die verschiedenen europäischen Völkertypen der gleichen Rasse, z. B. den Engländer vom Deutschen, den Franzosen vom Spanier und Italiener, den Großrussen vom Kleinrussen und diesen vom Südslaven trotz der nationalen Stammverwandtschaft in ihrer äußeren Erscheinung unterscheiden. Er wird aber selbst unter den Individuen der gleichen Nationalität auch die verschiedenen Stände: den Aristokraten, Bürger und Bauer schon an dem jedem Stand eigentümlichen Gesichtstypus in der Regel erkennen. Der bekannte typische Ausdruck gewisser Dynastengeschlechter, wie der Bourbonen und der Habsburger, beruht nur auf einer ähnlichen Beschränkung der Kreuzung in noch engeren Grenzen. Ebenso bemerkt man unter den Popen der griechischen Kirche, besonders in Rußland, wo die Ehen zwischen Priesterkindern so vorwiegend vorkommen, einen gemeinsamen physiognomischen Zug, der sie und ihre Abkömmlinge kennzeichnet. Solche charakteristische somatische Merkmale einer Kaste oder eines Standes wären ohne eine Beschränkung der Kreuzung, welche die Kulturverhältnisse mit sich bringen, unmöglich. Ähnliche morphologische Differenzierungen größeren oder geringeren Grades wird die Kulturzüchtung in der Form von nationalen und gesellschaftlichen Typen im Laufe der Zeit gewiß noch in großer Zahl hervorbringen und zwar um so leichter, wenn sich noch Mischungen verschiedenartiger Nationalitäten und Rassen infolge der großartigen Massenwander-

ungen dazu gesellen, während neue wirkliche Rassen mit sehr distinkten Merkmalen, wie Neger, Mongolen und Arier oder wie die guten Spezies im Tierreich, sich nicht mehr bilden können.

Ein instruktives Beispiel, welches uns klar genug zeigt, wie die typischen Merkmale eines Völkerstammes sich anfangs bilden und später, ohne sich weiter zu verändern, durch Jahrtausende stabil erhalten können, zeigen uns die Israeliten. Die Söhne Jakobs nahmen sich zwar Frauen aus andern semitischen Stämmen, aber ihre zahlreichen Nachkommen hielten in religiöser Gemeinschaft exklusiv zusammen und ehelichten sich nur unter ihren Stammesgenossen. Ihre somatische Eigentümlichkeit, besonders die typische Nasenform, welche den Juden unter jedem Volke, in jeder Tracht erkennen läßt, prägten sie als Erbstück ihres Ahnherrn schon in Ägypten stabil aus, wie wir sie im Bilde auf dortigen Denkmälern finden, und sie bewahrten sich dieselbe, weil sie überall nur unter sich in dem weiten, aber doch fest begrenzten Kreise ihrer Stammes- und Glaubensgenossen sich kreuzten. Daher erhielt sich ihr physiognomisches Gepräge konstant, trotz der Verschiedenheit von Klima, Nahrung und Lebensweise in allen Ländern der Erde, wo sie sich ansiedelten.

Die Israeliten, welche heute in fünf Weltteilen zahlreich leben, wird man immer sogleich als solche erkennen, aber man wird sie nicht nach ihren verschiedenen Heimaten zu unterscheiden vermögen. Im Laufe der Zeit ist der einst in Palästina seßhafte Jude ein wandernder Kosmopolit geworden. Eine somatische Neubildung oder typische Varietät ist aus ihm nirgendwo hervorgegangen, trotz der verschiedensten äußeren Lebensbedingungen und trotz der schwersten Kämpfe ums Dasein, denen er bei zahllosen Verfolgungen in fast allen Ländern der Erde mehr als irgend ein anderes Volk ausgesetzt war. Die exklusive Kreuzung mit seinen Stammesgenossen ohne trennende gesellschaftliche Stufen verschiedener Kasten leistete hier genau dasselbe, was im Tierreich die freie Kreuzung innerhalb der Grenzen eines bestimmten Wohnbezirkes oder Standortes leistet, nämlich: die Erhaltung einer annähernden somatischen Gleichförmigkeit des fest ausgeprägten jüdischen Stammestypus.

An der eingebornen Bevölkerung Amerikas sehen wir ein noch bedeutsameres analoges Beispiel, welches die Entstehung der Rassen durch Zuchtwahl im »Kampfe ums Dasein« in entschiedenster Weise widerlegt. Die Ansicht aller Ethnologen ist heute, daß die Indianer Amerikas keineswegs Autochthonen, sondern die Abkömmlinge von Einwanderern aus dem nordöstlichen Asien sind, welche nur die schmale, im Winter oft ganz zugefrorene Behringsstraße oder die Inselreihe der Aleuten zu überschreiten brauchten, um das amerikanische Festland zu betreten. Während der lange dauernden Glazialperiode war die Wanderung zu Fuß oder mit Hundeschlitten noch leichter als jetzt. Die nahe somatische Verwandtschaft der nordamerikanischen Stämme mit den Völkern des gegenüberliegenden Kontinents erkennt man auf den ersten Blick und dieselbe wurde durch die anatomische Untersuchung vollkommen bestätigt. Die ersten asiatischen Einwanderer hatten hier ein ungeheures Jagd- und Wandergebiet vom nördlichen Polarkreis bis zum Feuerland

zu ihrer Verfügung ohne hohe trennende Parallelgebirge, wie sie sich in Asien an so vielen Stellen sowohl den massenhaften als den vereinzelten Migrationen der Stämme hemmend und stauend entgegenstellten. An beiden Seiten der Rocky mountains und der Kordilleren konnte sich die Wanderung der jagenden Indianerhorden bei sehr allmählichem Übergang der Klimate von Nord nach Süd ohne Unterbrechung bewegen. Die geschlechtliche Vermischung der verschiedenen Nachbarstämme ging dabei unausgesetzt fort. Da die orographischen Verhältnisse eine lange dauernde strenge Isolierung einzelner Familien nirgendwo gestatteten und die vorherrschende Meridianrichtung aller Hochgebirge überall die leichte Verbreitung ohne eine lange dauernde räumliche Absonderung begünstigte, so konnte es bei den Amerikanern nicht zur Entstehung verschiedener Rassen, sondern nur zur Bildung leichter typischer Differenzen einzelner Völkerstämme kommen. Auch zwischen den vielen amerikanischen Sprachen, soweit die bisherigen linguistischen Untersuchungen reichen, zeigt sich keine ähnliche Grundverschiedenheit wie zwischen den großen Sprachstämmen der alten Welt.

Die somatische Gleichförmigkeit der amerikanischen Menschenrasse ist eines der schlagendsten Zeugnisse gegen die Darwin'sche Selektionstheorie in bezug auf die zwingende Ursache der Rassenbildung. Der »Kampf ums Dasein« mit seiner Auslese soll nach Darwin der Hauptfaktor des Differenzierungsprozesses sein. Mit und neben ihm wirken veränderte äußere Verhältnisse des Standorts oder Wohngebietes, wie Klima, Bodenbeschaffenheit, Nahrung u. s. w. Welch starke typische Verschiedenheiten in seinen Menschenrassen müßte doch nun ein Kontinent zeigen, der die von Darwin postulierten Faktoren der Transformation im höchsten Grade darbietet wie kein anderer Weltteil!

Von dem rauhen trockenen Klima der baumlosen nordamerikanischen Steppen an der Hudsonsbai, am Bärensee und am ganzen nordöstlichen Fuß der Felsengebirge, wo lange Winter mit furchtbarer Kälte und kurze heiße trockene Sommer wechseln, bis hinab südlich zu dem gleichmäßig milden Plateauklima Mexikos und dem heißfeuchten Tropenklima der waldbedeckten Tiefregionen Zentralamerikas, Kolumbias, Guyanas und Brasiliens, welch grelle Kontraste in den physischen Verhältnissen dieser Länder wie in den Lebensbedingungen ihrer Bewohner! Der Indianer Nordamerikas, ein unstäter, streitbarer Jäger, der das Fleisch der Büffel, Hirsche, Bären mit den Fischen seiner Flüsse und Seen als Hauptnahrung genoß und auf weiten Flächen sich rastlos bewegte, und der ruhige seßhafte Indianer in den Hochländern von Mexiko, Guatemala, Ecuador und Peru, welcher den Mais, die Banane, die Batate und verschiedene Leguminosen pflanzte und fast nur vegetabilische Kost verzehrte, wie verschieden waren Klima, Nahrung, Lebensweise und körperliche Beschäftigung in diesen nördlichen und südlichen Ländern Amerikas, und dennoch diese auffallende somatische Gleichförmigkeit ihrer Bewohner! Den schwersten und intensivsten »struggle for life« führten all diese Völker teils gegen feindselige Naturverhältnisse, denen sich ihr Körper anpassen mußte, teils untereinander selbst durch beständige Kriege und Kämpfe, und trotz all dieser der Transformation und Rassenbildung nach den

Postulaten der Selektionstheorie höchst günstigen Verhältnisse, welche die Darwin'sche Lehre als die zwingenden Ursachen der somatologischen Umbildung bezeichnet, keine neue Rassenbildung, keine Transformation, sondern von der Hudsonsbai bis zu den Steppen Patagoniens nahezu der gleiche Körperbau, dieselbe Schädelform, die gleiche Hautfarbe, dieselben Haare und Augen der ganzen indianischen Bevölkerung Amerikas, und diese Homogenität ist nur hier und da durch leichte lokale Nüancierungen des herrschenden Typus unterbrochen!

Die Darwin'sche Selektionstheorie gibt uns bezüglich dieser Homogenität der amerikanischen Rasse, welche trotz der heterogensten physischen Verhältnisse und Lebensbedingungen ihrer Wohnsitze und trotz des intensivsten Kampfes ums Dasein thatsächlich besteht, nicht nur keine Erklärung, sondern sie steht mit dieser Thatsache in einem unleugbaren Widerspruch. Wir erhalten diese Erklärung aber durch zwei andere einfache und bisher viel zu wenig beachtete Thatsachen:

1. Die Scheu gegen Blutschande ist auch bei den Eingebornen Amerikas ein uralter anthropologischer Zug.

2. Die Reliefverhältnisse dieses Weltteils haben eine lange strenge Isolierung einzelner Familien nicht gestattet und daher auch eine strenge Inzucht, d. h. die Fortbildung und Fixierung individueller Merkmale durch nächstverwandte Paarung nirgendwo begünstigt.

Für die Tierwelt liegen dagegen die Verhältnisse in Amerika ganz anders wie für den Menschen. Eine reiche, meist sehr üppige Vegetation bietet dort den Pflanzenfressern einen Überfluß von Nahrung, ohne sie zu weiter und rascher Expansion zu nötigen. Die Migrationen selbst der Vögel, der Insekten u. s. w. schritten daher dort sehr langsam vorwärts, und die dichten Wälder, die verschiedenen Höhenstufen der Cordilleras boten den Tieren sehr oft Standorte, wo bei genügender Dauer der Isolierung die Inzucht ihren transformierenden Hebel ansetzen konnte. Die minimalsten individuellen Merkmale mußten bei diesen abgesonderten Ansiedlerfamilien im Tierreich zur Geltung kommen und es darf uns daher nicht Wunder nehmen, wenn jeder isolierte vulkanische Bergkoloß der Anden von Quito ganz ähnlich wie jedes einzelne Eiland der Galapagos seine eigentümliche Fauna und Flora, nämlich eine gewisse Anzahl endemischer Arten und konstanter Varietäten von Pflanzen, Vögeln, Insekten, Landschnecken u. s. w. besitzt, welche ihm ganz allein angehören.

Wir rekapitulieren den wesentlichsten Inhalt dieser Abhandlung im Anschluß an unsere früheren Aufsätze mit folgenden diskutierbaren Thesen, die ihre Berechtigung und Stütze in den mitgeteilten Gründen und Thatsachen finden.

1. Jede Art oder konstante Varietät des Tier- und Pflanzenreichs beginnt ihre Bildung mit der Isolierung einzelner Emigranten, welche vom Verbreitungsgebiet einer noch im Stadium der Variabilität befindlichen Stammart dauernd ausscheiden. Die zwingenden Ursachen der neuen Formbildung sind: die von einer Massenkreuzung nicht behinderte Ausprägung und Fortentwickelung individueller Merkmale der Stammeltern in ihren Nachkommen bei blutsverwandter Fortpflanzung und die Anpassung der Kolonisten an die äußeren Lebensbedingungen des neuen Wohn-

bezirks. Der Prozeß schließt ab, sobald bei starker Individuenvermehrung die kompensierende Wirkung der freien Kreuzung sich geltend macht und diejenige annähernde Gleichförmigkeit hervorbringt und erhält, welche jede gute Spezies oder konstante Varietät charakterisiert.

2. Der Mensch war in seiner frühesten Entwickelung während der vergangenen geologischen Perioden den gleichen Faktoren der Naturzüchtung unterworfen wie die übrigen Organismen. Die ältesten Menschenrassen bildeten sich analog den ihnen somatisch am nächsten verwandten Typen der Säugetiere durch fortgesetzte Inzucht isolierter Familien in räumlich gesonderten Wohnbezirken oder Kolonien. Nächst der Inzucht wirkten Klimawechsel und Veränderungen in der Übung der Organe wie in der Ernährung, welche die Expansion und die Migrationen des Menschengeschlechts über alle Weltteile begleiteten.

3. In der späteren morphologischen und physiologischen Fortbildung des Menschengeschlechts stellte sich gegen das Ende der tertiären Periode eine geschlechtliche Abneigung gegen den Inzest und damit eine starke Beschränkung der Inzucht ein, durch welche der morphologische Bildungsprozeß seinen mächtigsten Faktor einbüßte und zugleich jede strenge dauernde Isolierung aufhörte.

4. Die beginnende Kulturzüchtung trat auf dieser niedrigsten Stufe der menschlichen Gesittung an die Stelle der reinen Naturzüchtung. Eigentliche Rassenbildung hörte auf und es bildeten sich später nur noch Unterrassen und Völkertypen mit schwankenden Merkmalen durch massenhafte Mischungen bei massenhafter Expansion und unter dem mitwirkenden somatologischen Einfluß von geringeren Faktoren, zu denen auch der Konkurrenzkampf gehört, welcher in der Kulturzüchtung des Menschen immerhin eine etwas stärkere Rolle spielt als in der Naturzüchtung des übrigen Tierreichs.

Über das Blühen eines brasilianischen Phyllanthus (Ph. Niruri?).

Von

Dr. **F. Ludwig** in Greiz.

Im Oktober vorigen Jahres erhielt ich nebst anderen Sämereien biologisch interessanter brasilianischer Pflanzen von Dr. Fritz Müller die Samen einer um Blumenau in Brasilien (Sa Catharina) wachsenden *Phyllanthus*-Art, des *Ph. Niruri* oder doch einer diesem nahestehenden Art, die in dem Gewächshause des Herrn Kaufmann H. Schilbach hierselbst ausgesät wurden. Ende August begann ein Exemplar zu blühen und steht noch jetzt Mitte September in üppiger Blüte. Ein eigentümlicher Dimorphismus der ♂ und ♀ Blüten sowohl wie deren Verteilung und der Verlauf des Blühens sind bei dieser Pflanze so eigenartig, daß es wohl verlohnen dürfte, dieselbe etwas näher kennen zu lernen.

Der Habitus des einjährigen Exemplares gleicht bei oberflächlicher Betrachtung ganz dem einer jungen Akazie mit ihren fiederteiligen Blättern. Sieht man jedoch näher zu, so erweisen sich die an der Hauptachse in $^2/_5$-Divergenz stehenden, einem gefiederten Blatte ähnlichen, fast wagerecht abstehenden Gebilde, welche zudem am Grunde ein kleines Polster oder Gelenk besitzen, als Zweige, die zweizeilig in $^1/_2$-Divergenz mit kurzgestielten elliptischen Blättchen und winzigen Nebenblättchen besetzt sind. Nur am Grund dieser Zweige kommen Beisprosse von der Form der Hauptsprosse zur Entwickelung. Es hat sich ein eigentümlicher Dimorphismus der Sprosse herausgebildet, wie er auch bei den übrigen Phyllantheen bekannt ist (vergl. Herm. Dingler, Korrelative Vorgänge in der Gattung *Phyllanthus*, ihre wahrscheinlichen Ursachen und naheliegenden Folgerungen. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1884. Bd. 2 p. 443 ff.). Es sind nämlich die Beisprosse Bereicherungssprosse, welche die dauernde Verzweigung der Pflanze vermitteln, während der Spross zweiter Ordnung selbst, mit seinen den Blattfiederchen gleichenden kurzgestielten Blättchen, hauptsächlich die Produktion der Blüten und Früchte zur Aufgabe hat und, nachdem er diese Aufgabe erfüllt hat, abfällt. Es gliedert sich hierbei nicht nur das ganze Scheinblatt ab, sondern auch seine Scheinfiederchen, die Blättchen, thun dies, so daß auch in dieser Beziehung der Vergleich desselben mit dem Akazienblatt nicht unrichtig ist. Die Blättchen nehmen ferner ebenso wie die Teilblättchen vieler Leguminosen etc. Nachtstellung

an, wobei sie eine Wendung von 90° um ihre Achse machen und sich an die der Blattspindel der Leguminosen entsprechende Sproßachse legen.

Die kleinen zierlichen Blütenglöckchen, welche hier nicht wie bei der Mehrzahl der *Phyllanthus*-Arten, z. B. *Ph. angustifolius, Ph. ceramicus, Ph. falcatus, Ph. rotundatus, Ph. speciosus* aus Kerbzähnen der Phyllokladien, sondern am Grunde der Nebenblättchen der wagerechten Sproßachse aus den Achseln der Blättchen entspringen, aber scheinbar diesen alternierend gegenüberstehen, hängen nach unten zu und können nur von unten gesehen werden.

Die Blütenknospen treten von der Hauptachse an bis zur Mitte der Scheinspindel paarweise (aber ungleichzeitig), von da bis zum Ende, d. h. zum Gipfel des wenig fortwachsenden Sprosses aber einzeln auf. Aus jenen nun entwickeln sich die kleineren, weißlichgrünen glöckchenförmigen männlichen Blüten, während von der Mitte bis nach außen einreihig grünliche, länger gestielte, etwa doppelt so große, trichterförmig-glockige, weibliche Blüten zur Entfaltung kommen. Männliche wie weibliche Blüten haben ein 5teiliges Perigon. In den männlichen Blüten folgen auf dieses, mit seinen Zipfeln alternierend, 5 handförmig gelappte, höckerige Nektarien, während in der Mitte der Blüten 3 am Grunde verwachsene Staubfäden mit kugeligen am Scheitel dehiscierenden pollenreichen Antheren stehen. Den weiblichen Blüten fehlt das Nektarium. Der 3fächerige Fruchtknoten derselben trägt 3 Griffel, welche oben 2spaltig sind und in knopfförmige Narben enden.

Von besonderem Interesse ist der Verlauf des Blühens an den einzelnen (meist fast horizontalen) Blütenzweigen.

Fast gleichzeitig öffnen sich die erste männliche an der Basis des Sprosses befindliche und die erste in seiner Mitte stehende weibliche Blüte.

Am nächsten Tag kommen die am Grunde der nächsten Blättchen stehenden folgenden Blüten an die Reihe und so schreitet das Blühen zentrifugal fast in gleichem Tempo von der Basis und der Mitte der Blütenachse aus nach außen fort, indem an jedem Tage einzelne oder wenige männliche und weibliche Blüten sich öffnen. Die Reihe der weiblichen Blüten ist unbegrenzt, da das Ende des Sprosses das Vermögen besitzt, fortzuwachsen und neue Blätter und Blüten zu produzieren; in der männlichen Blütenreihe (die nur 7—10 Glieder umfaßt) erreicht das Blühen zunächst ein Ende, sobald es bis zur weiblichen Blütenreihe fortgeschritten ist, und es würden die letzten ♀ Blüten keinen Blütenstaub mehr vorfinden, wenn nicht die männliche Blütenreihe zum zweitenmale ihre Blütenglöckchen öffnete, die aus den oben erwähnten sekundären Knospen der ♂ Blütenpaare hervorgehen. Die letzteren blühen die Reihe nun zum zweitenmale ab. Das Blühen der gesamten Pflanze scheint — wenigstens hier im Gewächshaus — über einen Monat anzuhalten.

Das Vorhandensein der Nektarien sowie auch die Gestaltung der Pollenkörner deuten eine Anpassung der Pflanze an die Insektenbestäubung an — bei einer deutschen Pflanze würden wir kleinere Diptera als Be-

stäubungsvermittler vermuten. Der Nachteil der geringen Größe der nicht allzu auffälligen Blüten wird offenbar aufgewogen durch die lange Blütezeit. Daß an demselben Sproß gleichzeitig, wenn auch getrennt, ♂ und ♀ Blüten sich entfalten, dürfte der Pflanze die Füglichkeit lassen, als Notbehelf ihren eigenen Blütenstaub zu benutzen. Es scheint das eigenartige Blühen eine Anpassung der unscheinbaren, von xenogamen (monözischen) Vorfahren abstammenden Spezies an eine Art der Selbstbefruchtung — die allogame — zu sein, wie uns ähnliche Anpassungen und Rückschläge bei deutschen Pflanzenarten, bei denen die Nachfrage seitens der Insekten gering ist, in größerer Zahl bekannt sind.

Bei einer völlig xenogamen monözischen Spezies (wie z. B. der entomophilen *Sagittaria sagittaefolia*, dem anemophilen *Sparganium simplex* etc.), bei der die verschiedengeschlechtigen Blüten räumlich getrennt sind, ist sonst auch eine mehr oder weniger scharfe zeitliche Trennung der beiderlei Blütenetagen die Regel.

Die Allokarpie unseres *Phyllanthus* hatte ich Gelegenheit im Gewächshaus zu beobachten. Bei der mehrfachen Untersuchung meines einzigen Exemplares wurde dasselbe öfter hin und her gewendet, mit dem Blumentopf umgewendet etc.; dabei mögen Pollenkörner durch die Luft auf die Narben übertragen worden sein. Wenigstens zog ich eine ganz normale sechssamige Fruchtkapsel, die rasch reifte. Es fiel nach ihrer Reife der ganze Zweig ab.

Nachschrift. Nach Abschluß des Manuskriptes teilte mir Dr. Fritz Müller noch Näheres über das Verhalten des beschriebenen *Phyllanthus* in seiner Heimat mit. Hiernach passen meine Mitteilungen über das Blühen der Pflanze auch auf die wildwachsenden Exemplare; nur fängt oft die zweite Reihe der männlichen Blumen zu blühen an, ehe die erste ganz zu Ende, so daß gleichzeitig Blumen zu Anfang und zu Ende der Reihe geöffnet sind. Die Blütezeit der ganzen Pflanze währt mehrere Monate. Bezüglich des Insektenbesuches äußert Fritz Müller: »Insekten habe ich an den Blumen noch nicht gesehen, doch mögen sie trotzdem fleißig besucht werden, vielleicht von kleinen nächtlichen Fliegen, deren wir hier eine Menge haben. Mehrere kleine Orchideen mit winzigen grünlichen Blümchen *(Stelis)*, an denen ich auch noch nie Insekten gesehen und die doch ohne deren Hilfe nicht bestäubt werden können, setzen sehr reichlich Frucht an.« Die meist sehr reichlichen Früchte von *Phyllanthus* sind wie die der meisten Familiengenossen Schleuderfrüchte, die ihre Samen auf ziemliche Entfernung verstreuen. Außer durch sein eigentümliches Blühen und die Zwiegestalt der Zweige ist dieser *Phyllanthus* noch dadurch bemerkenswert, daß die Blätter nicht nur nachts eine besondere Stellung annehmen, sondern auch in grellem Sonnenlichte und bei starkem Regen, ähnlich wie manche *Oxalis*-Arten und viele Leguminosen. Wie wohl die Blätter aller Pflanzen, die eine bestimmte Regenstellung annehmen, sind auch die von *Phyllanthus* unbenetzbar; man zieht sie wieder trocken aus dem Wasser heraus, in das man sie taucht.

Tagesfragen.

[Unter diesem Titel sollen von Zeit zu Zeit allgemein interessierende Angelegenheiten, welche irgendwie zu den im „Kosmos“ vertretenen Tendenzen in Beziehung stehen und sich zu einer sachlichen Beleuchtung vom Standpunkt der Entwickelungslehre eignen, kurz besprochen werden. Wir hoffen dadurch einigermaßen zur Klärung der Ansichten über manche wichtige Frage der Gegenwart beitragen und unsere Leser auch unserseits zur lebendigen Anteilnahme an den hohen Aufgaben, welche die Fortbildung und praktische Bethätigung des Monismus uns stellt, anregen zu können. Der Vorwurf — der uns gewiß nicht erspart bleiben wird — daß solche Erörterungen gar nicht in diese Zeitschrift gehörten, würde sich eigentlich durch den einfachen Hinweis auf ihre ursprüngliche Bestimmung entkräften lassen; doch benützen wir gern diese Gelegenheit, um unsere Ansicht in dieser Sache kurz darzulegen. — Der „Kosmos“ ist und will bleiben das anerkannte Organ für alle die wissenschaftlichen und philosophischen Bestrebungen, welche den von DARWIN hervorgerufenen gewaltigen Gärungsprozeß fördern und in richtige gesunde Bahnen leiten wollen. Hatte auch der große Meister selber in weiser Vorsicht und Selbstbeschränkung sich der Anwendung seiner Lehre auf psychologische, ethische, soziologische Probleme u. s. w. enthalten und seine Hauptkraft dem Ausbau ihrer biologischen Grundlage gewidmet, so machte sich doch sofort ihr umwälzender Einfluß von selbst auf allen Gebieten der Geisteswissenschaften geltend, wie denn ja auch gerade aus diesem Lager der heftigste und leidenschaftlichste Widerstand gegen den Darwinismus laut wurde. Es wäre sehr kurzsichtig, zu glauben, dieser Widerstand sei heute besiegt oder auch nur ernstlich abgeschwächt. Wohl besitzen wir eine große Zahl vortrefflicher Leistungen, welche die genannten Wissenszweige auf die neue Basis gestellt und denselben vielfach einen ganz neuen Geist eingehaucht haben; allein ein Blick in die Leitartikel der Zeitungen, in die schöne Litteratur, in die Verhandlungen der Kammern, Vereine und Kongresse aller Art lehrt deutlich genug, daß die Denkgewohnheiten und das Denkmaterial der überwiegenden Mehrzahl unserer Mitbürger, auch in den sog. gebildeten Klassen, im Grunde fast dieselben geblieben sind wie vor fünfundzwanzig Jahren. Auf die Gestaltung unseres Lebens in Staat und Gesellschaft, in Kirche und Schule, im Haus und in der Gemeinde hat die wissenschaftliche Verwertung von DARWIN's Theorie noch so gut wie gar keinen Einfluß gehabt. So zählt denn die Entwickelungslehre noch immer nur als wissenschaftliche Theorie, als das Bekenntnis einer kleinen Sekte, die in den Angelegenheiten der großen Lebensgemeinschaft nicht stimmberechtigt ist. Und doch, sind wir nicht alle überzeugt, daß ihr auch hierin eine maßgebende Stellung gebührt, daß ihr nil humani alienum sein darf, daß nur auf ihrem Boden jene sachliche Beurteilung auch des Menschen und seiner Beziehungen erwachsen kann, die ihm völlig und überall gerecht wird? Nun denn: wenn irgendwo, so ist im „Kosmos“ der passende Ort, um solche Fragen ins rechte Licht zu rücken, die Ansichten und Forderungen der um DARWIN's Banner Gescharten klar und unverhohlen zum Ausdruck zu bringen und, soweit es auf diesem Wege möglich, die Geister auf das Nahen der neuen Zeit vorzubereiten; und wir hoffen zuversichtlich, daß uns hierbei auch die freundliche Zustimmung und thätige Unterstützung von seiten unserer Leser und Mitarbeiter nicht fehlen wird.

Die Redaktion.]

Ungesucht drängt sich zur Erwägung an erster Stelle eine Frage auf, die zwar keineswegs neu, aber immer noch ungelöst ist und immer von neuem nach einer wirklich befriedigenden Lösung verlangt; ich meine: Die Reform unserer Gymnasien. Vielen freilich ist diese Frage schon fast zum Überdruß geworden — nicht etwa weil sich die Grundlosigkeit der gegen das jetzige Gymnasialwesen erhobenen Anklagen herausgestellt hätte, sondern nur weil die zahlreichen Besprechungen und Anläufe zum Besseren noch immer kein taugliches Resultat ergeben haben. Man ist ermüdet, entmutigt, hoffnungslos, verzweifelt, und Tausende, die nicht begreifen können, warum ihre Söhne, um gute Juristen, Beamte, Ärzte oder Lehrer zu werden, 9 schöne Jugendjahre fast ausschließlich dem Studium zweier toter Sprachen opfern sollen, fügen sich, wenn auch mit schwerem Herzen, schweigend ins Unvermeidliche, da sie wohl wissen, wie wenig sie diesem festgefügten und selbstzufriedenen System gegenüber durch Beschwerden an maßgebender Stelle ausrichten würden. Darum wäre es auch ganz falsch, wenn man glauben wollte, weil der Streit um diese Sache, so oft er auch schon aufgeworfen wurde, doch immer wieder im Sande verlief, es könne überhaupt kein allgemeineres Interesse dafür vorhanden sein und die große Mehrzahl befinde sich bei den herrschenden Einrichtungen leidlich wohl. Nein wahrlich, es wird über den Druck und die schweren Opfer, welche die »klassische Bildung« unserer Jugend und damit auch ihren Eltern auferlegt, geseufzt und geklagt genug, aber im Stillen; es glimmt unter der Asche eine Glut, die immer weiter um sich greift und binnen wenigen Jahrzehnten in heller Flamme auflodern wird, der jenes altersgraue Gemäuer schwerlich standhalten dürfte.

Selbstverständlich kann ich hier nicht alle für und wider vorgebrachten Argumente auch nur aufzählen, geschweige denn eingehend beurteilen; das würde ein ganzes Buch erfordern. Wer eine frische, warm empfundene und zugleich gründlich belehrende Darstellung der Frage lesen will, dem empfehle ich die Schrift von Ernst Christaller[1], einem jungen Philologen, der selbst als Lehrer der klassischen Sprachen Erfahrungen über den Bildungswert und die Wirkungen des üblichen Unterrichts auf den Gymnasien hat sammeln können, wie er anderseits der eigenen Schulzeit noch nahe genug steht, um die damals empfangenen Eindrücke getreu und nicht, wie es so oft geschieht, von der sehnenden Rückerinnerung an die entschwundene Jugendzeit verklärt, wiedergeben zu können. Auf welchem Standpunkt Verf. steht, läßt schon sein aus Klopstock citiertes Motto erraten:

„Wie? Gymnasien nennen die jetzigen Menschen die Stätte,
„Wo die Seele versitzt, ach, und der Körper verdirbt!“

Wir kommen vielleicht später nochmals auf diesen beachtenswerten Beitrag zur Lösung unseres Problems, namentlich auf dessen positiven Teil zurück. Hier liegt mir vor allem daran, zu erläutern, wie eine im Dienste

[1] „Über unser Gymnasialwesen, nebst Programm für eine moderne Erziehungsanstalt.“ Leipzig, Wilh. Friedrich. 1884. 82 S. kl. 8°.

des neuen Zeitgeistes stehende Bildungsanstalt beschaffen sein muß und inwiefern die heutigen Gymnasien diesen unseren Anforderungen genügen.

Da der Mensch für uns nicht ein wunderlich zusammengeschweißtes Doppelwesen ist, dessen beide Elemente einander beständig bekriegen, so daß das eine stets um so besser fährt, je mehr das andere unterdrückt und vernachlässigt wird, sondern eine organische Einheit, deren sog. geistige Funktionen genau dieselbe Abhängigkeit vom Zustande ihres Substrates zeigen, genau ebenso im Individuum sich entwickeln und phylogenetisch sich entwickelt haben wie die leiblichen und daher auch in innigster Wechselwirkung mit diesen stehen — so werden wir vor allem ängstlich darauf bedacht sein, daß in jener wichtigen Entwickelungsperiode des werdenden Mannes zwischen dem 10. und 20. Jahre beide Seiten seines Wesens gleichmäßig zur gehörigen Entfaltung kommen. Die für das selbständige Studium auf der Hochschule wie für die spätere Berufsthätigkeit so notwendige Frische und Arbeitslust darf unter keinen Umständen geschädigt werden. Wir erhalten und stärken sie, indem wir die Thätigkeit des Knaben seinem jeweiligen Alter und Entwickelungsgrad entsprechend auf Dinge lenken, die ihn zur Bewältigung, zur Erforschung reizen; indem wir ferner für richtige Abwechselung zwischen streng geregelter Arbeit, freier, spielartiger Beschäftigung und stählenden Körperübungen sowie zwischen aufnehmendem Lernen und eigenem Schaffen sorgen; indem wir endlich wo irgend möglich nicht durch Zwang, sondern durch Anregung seiner Willenskraft auf ihn einzuwirken suchen.

Daraus ergeben sich eigentlich die Grundzüge der von uns geforderten Methode und Schuleinrichtung von selbst: 1) Der Unterricht hat überall vom Konkreten und Nächstliegenden auszugehen, an Bekanntes anzuknüpfen, um die selbstthätige Assimilation zu ermöglichen; fernliegende Vorstellungen und Begriffe sind den späteren Schuljahren vorzubehalten. 2) Was man heute unter dem Namen »Handfertigkeitsunterricht« als kümmerliches Anhängsel in wenigen Volksschulen einzuführen gewagt hat, ist vor allem auf den Gymnasien soweit zu entwickeln, daß praktische Arbeit der mannigfaltigsten Art (wozu wir natürlich auch Zeichnen, Malen, Modellieren u. s. w. rechnen) überall und jederzeit mit dem eigentlichen Unterricht abwechselt, mit ihm Hand in Hand geht und ihn zu einem guten Teil ersetzt. 3) Die Schule muß dem Schüler eine behagliche Heimstätte, der Lehrer ihm ein Freund und Genosse sein — was allerdings bei Klassen von 30—40 Köpfen und bei dem mindestens in den unteren Klassen ganz verkehrten Fachlehrersystem von vornherein nicht denkbar ist.

Was wir vom Zukunftsgymnasium fordern müssen, ist damit im wesentlichen angedeutet; um jedoch dem Vorwurf zu begegnen, als hätte ich leichten Herzens ein paar Sätze hingeworfen, ohne mich um die Schwierigkeiten der Ausführung zu kümmern, will ich wenigstens noch mit einigen Worten erläutern, wie ich mir diese Prinzipien praktisch angewendet denke.

Also, was vor allem den Sprachunterricht betrifft: die alten Sprachen (ich bin keineswegs für völlige Ausschließung derselben!) dürfen erst in den letzten 3—4 Schuljahren in Angriff genommen werden,

nach den für lebende Sprachen längst bewährten Methoden, unter reichlicher Beihilfe von guten Übersetzungen und Kommentaren, vorzugsweise als Mittel zu dem Zweck, Litteratur, Sitten, Kulturgeschichte der alten Völker kennen zu lernen; und sie werden sicherlich rasch und leicht, mit Verständnis und Genuß bewältigt werden. In den früheren Jahren treten an ihre Stelle, wenn auch nicht in der gleichen zeitlichen Ausdehnung, die jenen heute eingeräumt wird, zunächst die Muttersprache und nochmals die Muttersprache, dann Englisch und Französisch. In der Geschichte gehe man, im innigsten Anschluß an Heimatskunde und Geographie, von der Kenntnis der Gegenwart aus, stufenweise rückwärts schreitend und immer wieder auf die Verhältnisse und objektiven Zeugnisse unserer Zeit zurückgreifend; natürlich meine ich da auch nicht die herkömmliche Aneinanderreihung von Schlachtenberichten, Regierungsdaten und -handlungen fürstlicher Personen u. s. w., sondern Schilderungen aus dem häuslichen Leben mit seiner ganzen Einrichtung, aus den Arbeitsmethoden, dem Handel und Verkehr der Völker, auf höheren Stufen auch aus ihrem Verfassungs- und Wirtschaftsleben, ihrer Kunst und Religion: — dazu dann fleißige Betrachtung und womöglich Nachbildung der in unseren Sammlungen aufgestapelten, so erst wahrhaft nutzbar werdenden Erzeugnisse ihrer Gewerbs- und Kunstthätigkeit, Lektüre von Proben ihrer Litteratur — sollte das nicht zugleich für den 15-, 16jährigen Knaben eine bessere Grundlage und Anreizung zum Studium der alten Sprachen sein als das kindische Vokabelnlernen im Kindesalter? — Daß wir für die »Naturkunde« (mit Einschluß der »Menschenkunde« im vollen Umfang) weit mehr Raum fordern, als ihr bisher zugestanden wurde, wird niemand wundern. Viel wichtiger noch ist uns aber auch hier die Methode. Nur wenn man den naturkundlichen Unterricht entschlossen aus den Banden des hergebrachten Einlernens fertiger Regeln und Gesetze befreit, kann derselbe seinen bildenden Wert zur Geltung bringen. An Stelle der schablonenmäßigen Vorschrift, daß in jeder Klasse ein bestimmter »Stoff« zu bewältigen sei, setzen wir wie in der Geschichte einfach die Forderung, daß der Schüler das beobachten, untersuchen, vergleichen, durch seine Formwandlungen verfolgen lerne, was der Ort, die Jahreszeit, ja jeder Tag bietet — allerdings unter Voraussetzung nicht von vier kahlen Wänden, sondern eines Versuchsgartens und reichhaltiger sorgfältig ausgewählter Sammlungen und Apparate. Naturgemäß darf die strenge Scheidung der einzelnen Fächer erst in späteren Schuljahren eintreten, die ganze Systematisierung der Naturdinge und -vorgänge muß sich während dieses Unterrichts von selbst entwickeln und ebenso stufenweise vervollkommnen wie Messen, Wägen und die Anwendung anderer physikalischer und chemischer Hilfsmittel, das Anlegen und Ordnen von Schülersammlungen u. s. w. Daß endlich auch fortwährende Übung im mündlichen und schriftlichen Ausdruck des Beobachteten dazu gehört, ist nach dem oben Gesagten selbstverständlich. — In der Mathematik, die ja von selbst ein bestimmtes Fortschreiten vorzeichnet, achte man wenigstens darauf, daß rein abstrakte Größen nicht zu früh eingeführt und die Rücksichten auf praktische Anwendung möglichst im Auge behalten werden.

Wie die unter 2) und 3) aufgestellten Grundsätze zu verwirklichen

wären, habe ich stellenweise bereits angedeutet. Hier sei nur nochmals betont, daß ich das allergrößte Gewicht auf die »Erziehung zur Arbeit« lege, deren segensreiche Folgen Prof. K. Biedermann schon vor dreißig Jahren so beredt auseinandergesetzt hat[1]; aber ich meine natürlich nicht, daß dieselbe als neues »Fach« eingeführt und nur etwa ein freier Nachmittag damit nützlich ausgefüllt werden solle: nein, die eigentliche Lern- und Lehrzeit selbst soll ganz davon durchdrungen sein. Am ehesten dürfte dies auch ohne lange Erklärung für das Zeichnen einleuchten. In der That gehört einige Sicherheit in der Handhabung des Stiftes schon heute in den Augen vieler zum Begriff eines allseitig gebildeten Menschen, und unsere Schule bedarf durchaus dieser Kunst (aber freilich einer auf wirkliches Sehenlernen, auf Naturstudium gegründeten Kunst) als eines der wesentlichsten Hilfsmittel nicht bloß im naturkundlichen, mathematischen und geographischen, sondern auch im geschichtlichen und sprachlichen Unterricht, wo immer Anlaß zur Veranschaulichung der besprochenen Dinge gegeben ist. — Daß es gar nicht schwer fallen kann, in gleicher Weise auch die schaffende Thätigkeit der Schüler beim Anfertigen von Papp-, Holz- und Gipsmodellen, von Sammlungskästen, Reliefs, Globen und hunderterlei anderen Gebrauchs- und Ziergegenständen zu verwerten, ferner Gelegenheit und Anleitung zu Tischler-, Drechsler-, Schlosserarbeiten u. s. w. zu geben und zeitweilig auch Garten- und Feldbau ebenso zu berücksichtigen; daß all dies, wenn richtig verwendet, ungemein zur Belebung und Verschönerung des Unterrichts beitragen muß und eine Fülle erziehlicher Momente enthält — das wird derjenige, der mir mit einigem Wohlwollen bis hierher gefolgt ist, gewiß ebenfalls gerne anerkennen. Zu eingehender Begründung reicht aber der verfügbare Raum lange nicht aus, und ich breche deshalb hier ab, wenn es mir auch schwer fällt, das Bild eines so reformierten Gymnasiums nicht noch weiter auszumalen.

Nur auf eines sei noch aufmerksam gemacht. Was hier der Schule zugemutet wird, sind eigentlich lauter selbstverständliche Dinge; denn eben darin und nach eben dieser Methode hat früher das Haus, die Natur, das Leben die jungen Leute erzogen, als es noch nicht zu den Glaubensartikeln gehörte, daß jeder halbwegs Gebildete die »Gelehrtenschule« besucht haben müsse. Gegenwärtig hat diese in ihren mächtig erstarkten Armen gerade jene aufgefangen, die berufen sind, in Staat und Kirche, als Richter, Ärzte und Lehrer maßgebende Stellungen einzunehmen und das Geschick ihrer Mitbürger wesentlich mit zu bestimmen. Das öffentliche und private Leben hat seitdem unendlich an Mannigfaltigkeit und Bedeutung auch für den Einzelnen gewonnen; die Schule aber, statt jenem einen entsprechend größeren Einfluß auf ihre Schutzbefohlenen zu gestatten, hält letztere so fest umstrickt, nimmt sie durch häusliche Arbeiten so sehr in Anspruch, daß die bildenden Einwirkungen der Familie, des Verkehrs in der Gesellschaft, der praktischen Arbeit in Haus und Garten fast ganz verdrängt und paralysiert werden.

---

[1] „Die Erziehung zur Arbeit, eine Forderung des Lebens an die Schule.“ 2. völlig umgearbeitete Aufl. 1883. Leipzig. H. Matthes.

Wäre es nun nicht Pflicht der Schule gewesen, nachdem sie solche Macht errungen, dem heranwachsenden Geschlechte wenigstens teilweise das wiederzugeben, was sie ihm geraubt? Mit Mühe hat sie sich zu den 2 wöchentlichen Stunden für Turnen und ebensoviel für Zeichnen in einigen Klassen herbeigelassen und glaubt damit vollkommen genug gethan zu haben; mit Stolz entläßt sie den »Maturus« und erwartet von ihm (d. h. sie präsentiert ihn der Welt so, als ob man von ihm erwarten könnte), daß er nun den für ihn passenden Beruf zu wählen, das kostbare Gut seiner Gesundheit und seiner Kräfte vernünftig zu verwalten und seine Zeit nutzbringend zu selbständigen Studien zu verwerten wissen werde. Ja, wo hätte er denn bisher all diese Lebensweisheit schöpfen sollen, er, der bisher überhaupt nicht »leben« durfte? Wahrlich es ist hohe Zeit, daß auch in der Schule die angelernte Bücherweisheit dem nur durch selbstthätigen Verkehr mit Menschen und Dingen zu erwerbenden Können Platz mache, daß die Bildung des Charakters neben der einseitigen Pflege der Aneignung gegebener Verstandeserzeugnisse zu ihrem Rechte komme.

Ich weiß sehr wohl, daß das alles Zukunftsmusik ist, bin aber fest überzeugt, daß die Zukunft nicht mehr ferne sein kann, die wenigstens die Berechtigung der oben aufgestellten Grundsätze anerkennen und sich bestreben wird, dieselben Schritt für Schritt zu verwirklichen. Ja, die Volksschule arbeitet schon mehr oder weniger bewußt diesem Ziele entgegen; möchten die Herren Gelehrten nicht abermals träge warten, bis ein armer Schulmeister, ein neuer Pestalozzi ihnen die neuen Wege weist!

Dresden. B. Vetter.

Wissenschaftliche Rundschau.

Kulturgeschichte.

Leslie Stephen's Geschichte des englischen Denkens im 18. Jahrhundert [1].

Nach der ausführlichen Weise, in der wir (»Kosmos« 1885, Bd. I, S. 321 ff.) Leslie Stephen's Science of Ethics besprochen haben, erachten wir es als unsere Pflicht, den verehrten Lesern dieser Zeitschrift, welchen das uns nun vorliegende Werk noch unbekannt sein sollte, einen tieferen Einblick in dasselbe zu verschaffen. Die äußerst verwickelte Aufgabe, die der Autor sich da gestellt hat, ist von ihm unseres Erachtens sehr glücklich gelöst worden. Es handelt sich nicht um die Geschichte einer bestimmten Wissenschaft oder Geistesrichtung: das gesamte Denken, wie es nach seinen höchsten Resultaten in der Philosophie, Theologie, Politik, Volkswirtschaft und in der schönen Litteratur zum Ausdruck gelangt, wird uns und zwar in der Ausdehnung eines ganzen Jahrhunderts vor Augen geführt. Die Schwierigkeit einer klaren Darlegung wird dadurch verdoppelt, ja vervielfacht, daß dieselben Männer nach verschiedenen Richtungen in hervorragender Weise thätig waren, daher wiederholt erscheinen und in verschiedener Beziehung zu würdigen sind. Oft meint man in ein Labyrinth verlockt worden zu sein und den daraus errettenden Faden verlieren zu müssen; aber immer wieder fühlt man von der sicheren Hand des Führers sich erfaßt, der den Gegenstand vollkommen beherrscht und unzählige Philosophen, Theologen, Staatsmänner und Dichter uns vorstellt, ohne daß uns dabei der Gang des Hauptgedankens sich verdunkelte. Wir sehen, wie von Einzelnen große Impulse gegeben werden, die hier und da, wenn sie das Terrain schon gehörig vorbereitet finden, von augenblicklicher Wirkung sind, jedoch meist ein latentes Leben führen, bis ihre Zeit kommt und ihnen den Durchbruch gestattet. Das Ganze geht unaufhaltsam vorwärts, bald rascher, bald träger, aber schließlich selbst die schlimmsten Rückfälle überwindend. Was dabei den Ausschlag gibt, ist weit seltener die Macht der Wahrheit als die Gewalt des allgemeinen Bedürfnisses.

Es ist dies ungemein lehrreich. Der Zeitraum, welchen Leslie Stephen's Darstellung umfaßt, ist ein so großer, daß wir in ihm wie

[1] History of English thought in the eighteenth century, by Leslie Stephen. 2 volumes. Second edition 1881, London: Smith, Elder & Co.

in einem Spiegel die Vergangenheit erklärt und die Zukunft enthüllt sehen. Gerade weil an den englischen Zuständen das in nationalem Bezuge Charakteristische mit gewissenhaftester Treue festgehalten ist, vermögen wir die Verhältnisse anderer Völker und Länder danach zu beurteilen. Die Gründlichkeit, mit welcher der geehrte Autor eine wahre Unmasse von Schriftstellern durchgearbeitet hat, entfaltet ihren ganzen Wert durch die Unparteilichkeit der Auffassung. Er ist kein milder Richter. Unerbittlich, aber stets in feiner Form und über echt attisches Salz verfügend, hebt er die Schwächen und Fehler des Einzelnen hervor, während er die reine Gesinnung an den entgegengesetztesten Charakteren und Richtungen hochzuschätzen weiß und z. B. den Skeptiker Hume und den Methodisten Wesley mit gleicher Liebe behandelt — zwei Schilderungen, die in ihrer meisterhaften Zeichnung gewiß jedem für immer eingeprägt bleiben. Es lassen sich die Grundsätze, welche diese zwei Männer vertreten, als die beiden Pole bezeichnen, um welche in England die Geistesentwickelung des achtzehnten Jahrhunderts sich dreht. Damit ist nichts gesagt gegen die Bedeutung der Politik und Volkswirtschaft, welche beide ihrem Berufe nach und soweit nicht die erstere dynastische, die letztere einseitige Interessen zur Hauptsache macht, die Hebung der Wohlfahrt und Macht des Staates begründen; und die Stufe, zu welcher in einer gegebenen Zeit die Entwickelung des Volkes emporsteigt, finden wir, wie Leslie Stephen treffend nachweist, in den jeweiligen Dichterwerken am lebendigsten wiedergegeben. Allein die Rolle, welche bei der Heranbildung einer Nation der Theologie und Philosophie zufällt, ist insofern eine den Ausschlag gebende, als die Moral, von deren Gediegenheit die Gediegenheit der Bildung abhängt, wesentlich bedingt ist durch die Grundlage, welche ihr in dem einen Falle durch den Glauben, in dem andern durch das Wissen geboten wird. Daher kommt es, daß in der Geschichte des englischen Denkens im achtzehnten Jahrhundert der Deismus eine sozusagen zentrale Stellung einnimmt, indem während dieses Zeitraumes der Gottesgedanke von seiner religiösen Gestaltung zu einer philosophischen überging und von dieser zur ursprünglichen Form wieder zurückkehrte. Der Deismus ist einer Welt vergleichbar, die zwischen jenen beiden Polen sich zu bilden strebte, eine Zeit lang zu Konsistenz und Selbständigkeit zu gelangen schien, aber durch die Umdrehung um diese Achse allmählich sich wieder verflüchtigte.

Charakteristisch und von Leslie Stephen in schlagender Form hervorgehoben ist die Weise, in welcher Hume's Einfluß zur Geltung kam. Es ist ganz richtig, wenn Lechler in seiner Geschichte des englischen Deismus sagt: »Als vollständig auflösendes Element ist Hume abschließend, und er ist die Vollendung des Deismus, sofern sich dieser in ihm aufhob und verneinte.« (Stuttgart und Tübingen 1841, S. 425.) Allein Hume begann erst später zu wirken; anfänglich war sein Erfolg sogar ein entgegengesetzter. Damit sein Skeptizismus Früchte bringen könne, mußte der Boden, auf den er fiel, gehörig vorbereitet sein. Das ist das eine. Das zweite ist, daß seine Argumente gegen die Wunder vornehmlich als gegen den Gottesbegriff der positiven Religion gerichtet

betrachtet wurden und daß infolgedessen die Wichtigkeit, einen philosophisch begründeten, jenen Angriffen nicht ausgesetzten Gottesbegriff aufzustellen, erst recht in die Augen sprang. Das Streben nach einem solchen Gottesbegriff fand seinen kräftigsten Bundesgenossen in dem alten Irrtum, es lasse sich der Glaube durch Gründe der reinen Vernunft befestigen. So entstand der Deismus und wurde seine Ausbildung indirekt durch Hume's Werke gefördert. Descartes hatte in England nicht Wurzel gefaßt und Spinoza's Monismus, als Pantheismus beurteilt, aber als Atheismus empfunden, fand keine Verbreitung. Noch stand der Kritizismus auf der Höhe Locke's, der selbst ein kirchlich Gläubiger war, und Clarke, der hervorragendste Metaphysiker Englands, bildete den Ausgangspunkt, den man brauchte. Leslie Stephen unterscheidet streng zwischen dem konstruktiven und dem kritischen Deismus und widmet ihnen eigene Kapitel. Um zu sagen, was er unter konstruktivem Deismus versteht, brauchen wir nur zu nennen: Locke's »vernunftgemäßes Christentum«, Toland's »nicht mysteriöses Christentum« und Tindal's »das Christentum, so alt als die Schöpfung«. Die Titel dieser Werke sagen alles: man wollte den biblischen Gott mit einem philosophischen Gott in Übereinstimmung bringen. Allein man rief dadurch kirchliche Entgegnungen hervor, welche die Blößen, die man sich gab, ins hellste Licht stellten.

Nicht besser erging es dem kritischen Deismus, dessen bedenklichste Seite die war, daß er aufhören mußte, Deismus zu sein, wenn er ernstlich kritisch sein wollte. Blount, Leslie, Bentley Collins, Swift, Whiston, Chandler brachten es nur zu einem Streit, aus dem sich ergab, daß die Prophezeiungen philosophisch gerade so unhaltbar sind als die Wunder, so daß Sherlock, ganz außer Verhältnis mit seiner Bedeutung, erfolgreich die Rückkehr zum kirchlichen Gottesbegriff anbahnen konnte. Die letzte Hoffnung der Deisten bildeten die historischen Argumente; aber durch die Bresche, welche Middleton in diesen Wall schoß — er war einer der schärfsten Denker seiner Zeit und nur durch den Protestantismus in eine falsche Stellung gebracht — drang mächtig der kirchliche Geist ein, und Waterland hatte leichtes Spiel mit seinem Vorwurf, daß die Gegner die Sache beim falschen Ende anfaßten, indem sie, anstatt die eigene Weisheit an der Weisheit Gottes zu klären, durch die eigene Weisheit die Weisheit Gottes richtigstellen wollten. Der einzige ganz konsequente Philosoph blieb Berkeley; allein sein Ausgangspunkt, die Leugnung der Materie, war nicht haltbar und forderte den Materialismus in einer Weise heraus, die nur der Skepsis zu gute kommen konnte. Butler dagegen war kein eigentlicher Philosoph, aber dafür um so mehr ein eigentlicher Gläubiger. Daß Gott die Sünde hasse, war ihm klar wie der Tag, und davon leitete sich ihm von selbst die Pflicht ab. Charakteristisch für die Darlegungsweise Leslie Stephen's sind die Worte, mit welchen er die Schilderung dieses Mannes abschließt: »Die Advokaten des Christentums preisen ihn hoch, erklären seine Argumente für unerschütterlich und finden für sich selbst einen bequemeren Pfad. Wir vermögen ihn nur als einen ehrlichen und tüchtigen Mann zu ehren: ehrlich genug, um das Vorhandensein der Zweifel zuzugeben,

und tüchtig genug, um sich durch ihr Vorhandensein nicht lähmen zu lassen« (A. a. O. I. S. 308).

Mit diesem offenen Rückzug des Gottesbegriffs auf die Linie des einfachen Glaubens war einerseits der Boden für die Wirksamkeit Wesley's vollkommen vorbereitet, anderseits mit dem Hinsterben des Deismus die Zeit für Hume's Skeptizismus gekommen. Die Vortrefflichkeit der Charakteristik Wesley's und Hume's haben wir bereits erwähnt, und mit dieser bloßen Erwähnung müssen wir bei der Beschränktheit des Raumes leider uns begnügen. Aber auch die lichtvolle Auseinandersetzung des Unterschiedes zwischen dem englischen und französischen Deismus, sowie die im zweiten Bande gebotene Erklärung, wieso in England trotz der Staatskirche die religiöse Bewegung mit einer Unabhängigkeit sich vollzog, die im katholischen Frankreich undenkbar gewesen wäre, können wir nur berühren, um den Leser auf Leslie Stephen selbst zu verweisen. Nicht verschweigen können wir dagegen die Wichtigkeit, die es für die allgemeine Entwickelung des Denkens hat, daß in England der deistische Prozeß durch alle Phasen hindurch gegangen ist und als für immer abgeschlossen betrachtet werden kann. Heute noch oder in Zukunft einem sogenannten philosophischen Deismus zu huldigen, ist nur mehr für jene thunlich, die vom Schicksal dieser Anschauung keine Ahnung haben. Die Sache ist in ethischer Beziehung von einschneidender Bedeutung; denn die Begründung der Moral kann nur mehr eine von Gott gänzlich absehende oder im vollen Sinne des Wortes religiöse sein. Diese letztere wird es aber immer geben. Nur ein mit den gegebenen Verhältnissen nicht rechnender Optimismus kann die Verbreitung der Glaubensbedürftigkeit und das Überwiegen der Menschen übersehen, welche durch die ihre meiste Zeit in Anspruch nehmende Beschaffung des Lebensunterhaltes gründliche philosophische Kenntnisse sich anzueignen verhindert sind. Die Besorgnis, daß durch eine die Schranken des Wissens streng einhaltende Fortentwickelung der Philosophie die Glaubensbedürftigen um ihre Religion gebracht werden könnten, ist eine grundlose. Es liegt in der menschlichen Natur, daß es den Glauben immer geben wird; und steht auch das Wissen höher als der Glaube, so geht doch die Pflicht der Wissenschaft nicht weiter, als den Aberglauben zu bekämpfen, der so wenig zum wahren Glauben gehört, als gewisse Ausschreitungen der Kirche und der Priesterschaft zur echten Religion gehören. Die Wissenschaft darf mit sich zufrieden sein, wenn sie eines Tages sich sagen kann, den Kampf mit dem Aberglauben glücklich bestanden zu haben. Nicht die Glaubensbedürftigen sind durch die Fortschritte einer wissenschaftlichen Philosophie gefährdet; der echte Glaube kann niemand geraubt werden: gefährdet sind diejenigen, die an eine Weltlenkung und an eine Ausgleichung des Elends dieses Lebens in einer anderen Welt nicht glauben können und welchen man die Einsicht verwehrt, daß es auch ohne diese eine Sittlichkeit gibt. Daß einer Religion, die einer noch sehr naiven Geistesentwickelung angepaßt war, ein höherer Bildungsgrad entwachsen mußte, ist selbsteinleuchtend; und daß in den höheren Schichten der Gesellschaft die alte Glaubensseligkeit in rascher Abnahme begriffen ist, ist eine Thatsache, über die man nicht unge-

straft hinweggehen kann. Die Glaubenslosen bedürfen einer auf keinerlei Glauben beruhenden Ethik, und eine solche ist auch für die Gläubigen von höchstem Nutzen. Oder muß etwa nicht die Moral des Gläubigen tief erschüttert werden, wenn er sich sagen darf: für den Mann des Wissens, für den Hochgebildeten gibt es keine ethische Verpflichtung? Es gibt keine irrigere Ansicht, als die da meint, der Gesellschaft drohen die größten Gefahren von unten. Die größten Gefahren drohen ihr von oben, von den höheren Schichten, die durch den Müßiggang zu den schlimmsten Lastern verleitet werden und deren Beispiel, weil sie über die Mittel verfügen, das Böse im größten Maßstab zu vollbringen, auf die größten Entfernungen wirkt. Wem dies nicht klar ist, der vergegenwärtige sich die römische Cäsarenzeit, in welcher es, mit Ausnahme von einem Dutzend Stoikern, für die Gebildeten keine Sittlichkeit gab. Und wem das Entrollen dieses Bildes die Sache klar macht, dem wird es auch klar sein, daß das vorliegende Buch für jeden, dem die möglichst verbreitete Wohlfahrt der Menschheit am Herzen liegt, von höchstem Wert ist. Wem es Ernst ist mit der »größtmöglichen Glückseligkeit der größtmöglichen Anzahl«, der hat die gegebenen Verhältnisse nicht weniger zu berücksichtigen als die ethischen Prinzipien.

Nach Hume widmet Leslie Stephen ein ganzes Kapitel dem als theologischer Schriftsteller berühmten Bischof von Gloucester Warburton, den er schließlich als einen Prahler bezeichnet, welcher durch die Weise, in der er die letzten Gründe und Zwecke behandelte, »eine Zeitlang der Welt imponieren konnte, obwohl für seine in logischer Beziehung verwirrten und dem Charakter nach unehrerbietigen Spekulationen die schärfern Denker nur ein Lächeln der Verachtung hatten, während die frommen Gemüter empört sich davon abwendeten« (I. S. 371). Näher auf die Theologie eingehend bespricht noch der erste Band deren verschiedene Schulen und Streitigkeiten, und wir sehen, wie hier auf den common sense, dort auf die Offenbarung der Accent gelegt wird, hier unter Paley's Führung die Latitudinarier an Terrain gewinnen, dort unter der Führung Horsley's und Priestley's die Trinitarier und Unitarier sich bekämpfen, endlich der gewaltige Gibbon an der Spitze der Infidels einherschreitet. Das folgende Kapitel, mit welchem der zweite Band beginnt, beschäftigt sich ausschließlich mit der Moralphilosophie des achtzehnten Jahrhunderts. Deisten, kritische Philosophen, Theologen und Nationalökonomen treten in den Kampf ein, meist Namen, mit welchen wir im ersten Band genauer bekannt geworden sind. Wir greifen aus der großen Zahl nur folgende heraus: Hobbes, längst tot, aber unsterblich, Locke, Hume, Clarke, Wollaston, Price, Shaftesbury, Mandeville, Law, Butler, Hutcheson, Reid, Hartley, Smith, Paley, Tucker, Bentham. Der Utilitarismus, der schon in der englischen Theologie eine wichtige Rolle spielt, kommt hier zur vollen Geltung, und nicht nur die rein intellektuelle Schule, auch der moral und der common sense räumen ihm in der Ethik das Feld. Bentham, der eigentlich gar kein Ethiker war und nur durch seine allgemein philanthropischen Reformen der Gesetzgebung hervorragt, ist schließlich der Denker, welcher die intuitive Richtung ganz in den Hintergrund gedrängt hat.

Trefflich ist der Nachweis, daß die Behauptung, das Gewissen nehme eine Ausnahmsstellung ein, unhaltbar sei, indem jeder Trieb, der böse wie der gute, durch die Pein sich rächt, die er uns auferlegt, wenn wir seinem Verlangen widerstehen, so daß Butler dem fehlerhaften Kreis, in welchen er sich einläßt, nur durch die Annahme entrinnt, es repräsentiere das Gewissen den Willen Gottes (II. S. 51). Reid wird als der bedeutendste unter den Vertretern der common sense-Theorie hervorgehoben und Hutcheson, der die Sympathie auf Egoismus zurückführt — wir ertragen schwer fremdes Leid, weil sein Anblick uns selbst Leid verursacht — wird als das Band zwischen den Intuitionisten und Utilitariern bezeichnet. Nur weil der letztere den Intuitionismus nicht ganz aufgeben konnte, folgte er nicht dem ihm engbefreundeten Hume, der doch schon gesagt hatte: »Wird die Nützlichkeit als das Kriterium der Tugend erkannt, so ist nur ein Schritt zur Erkenntnis, daß sie auch der Grund der moralischen Billigung sei« (II. S. 62). Hartley ist der einzige, der uns als Schüler Spinoza's genannt wird: sein Materialismus wird mit dem Materialismus Condillac's verglichen, zu dessen Nervenschwingungen er sich bekennt, so daß für ihn die Annahme einer Seele überflüssig, wenn nicht gar eine Anomalie ist (II. S. 64 u. 65). Indem unser verehrter Autor Shaftesbury und Mandeville als die zwei Extreme hervorhebt, betont er gegenüber den Ausschreitungen des letztern die Unzulänglichkeit des erstern, von welchem er sagt, daß er zu uns rede in Pope's Poesie und Butler's Theologie und zu den Schriftstellern gehöre, deren Ruf kaum im Verhältnis steht zu dem Einfluß, den sie einst ausgeübt (II. S. 18). Wie herrlich sind die Worte über Hume: »Das stilistische Gewebe seiner »Untersuchung« zeigt überall die zauberhafte Spur seines klaren Geistes. Die Moralität, bei den meisten seiner Vorgänger verwirrt oder geheimnisvoll, erlangt eine bewunderungswürdige Einfachheit. Die verschiedenen Lehrsätze kommen von selbst auf ihren richtigen Platz. Ein allgemein faßlicher Grundsatz löst alle Zweifel. Und mag auch gerade der ungewohnte Glanz manchen Denker argwöhnisch machen: alle müssen zugeben, daß die Hauptpunkte des Utilitarismus von Hume mit einer Klarheit und Konsequenz festgestellt sind, die bei keinem anderen Schriftsteller des Jahrhunderts zu finden ist. Von Hume bis auf J. St. Mill hat die Lehre keine wesentliche Veränderung erfahren.« — Hume's ganzes Streben ging dahin, der Moralität eine wissenschaftliche Grundlage zu geben, und als diese galt ihm die Erfahrung. — »Der Wurf glückte ihm vollständig, insofern er bestimmt und systematisch diese Berufung einräumte; er mußte ihm mißglücken, insofern es von seinem Standpunkt aus unmöglich war, einen adäquaten Begriff der Methode zu bilden, nach welcher diese Berufung durchzuführen wäre. — Seine Weise, an das Problem heranzutreten, schließt die Abdankung aller ontologischen und teleologischen Spekulation in sich. Zugleich mit der Methode Butler's, durch Erraten der Absichten des Schöpfers die Moralität zu entdecken, muß die Methode Clarke's aufgegeben werden, die Moralität aus den Intuitionen der reinen Vernunft abzuleiten. Hume's Einwendungen gegen Clarke gehen der Sache auf den Grund. Die Vernunft allein vermag zum Handeln

nicht uns zu bewegen. — Streng genommen gibt es gar keinen Kampf zwischen Vernunft und Leidenschaft« (II. S. 86 u. 87). Diese wenigen Sätze sind ausreichend, ja der letzte Satz genügt allein, um es jedermann klar zu machen, daß das vorliegende Werk ganz auf der Höhe der modernen Wissenschaft steht und wieviel daraus zu lernen ist.

Auch wir können Hume nicht zustimmen, wenn er, merkwürdigerweise auf ein Argument Butler's sich stützend, zu beweisen sucht, daß jeder Trieb früher da sein müsse als dessen Befriedigung, daß daher die Selbstliebe das Vorhandensein anderer Affekte in sich schließe, unter welchen wir das Wohlwollen als so natürlich wie Durst und Hunger zu erkennen hätten. Wiederholt haben wir nachgewiesen, daß dem Menschen von Haus aus das Wohlwollen fremd ist, und vollinhaltlich unterschreiben wir Leslie Stephen's Ausspruch: »Sind die Menschen durch ihre gesellschaftlichen Beziehungen gebildet, so müssen sie auch Antriebe haben, die allein durch den Hinweis auf die gesellschaftlichen Bedingungen zu erklären sind« (II. S. 104). Mit diesem Grundsatz steht und fällt alle wissenschaftliche Ethik. Die Möglichkeit von Handlungen, die auf ganz uninteressierten Motiven beruhen, hat kein Gewicht; solche Handlungen könnten höchstens indifferent sein. Eine Selbstliebe, die ihre höchste Befriedigung in der Beglückung anderer findet, hat bereits eine so edle Läuterung erfahren, daß man übernatürliche Wesen im Auge haben müßte, um mit ihr nicht sich begnügen zu können. — Ehe wir aber zur Politik und Volkswirtschaft übergehen, wollen wir zweier sehr glücklicher Zusammenstellungen erwähnen, die Bentham in geistvollster Weise charakterisieren. Auf Seite 125 des II. Bandes heißt es: »Bentham ist Paley weniger den Glauben an das Höllenfeuer. Aber Bentham ist in anderer Beziehung auch Paley mehr ein tiefes Vertrauen in sich selbst und eine ebenso tiefe Achtung vor der Wirklichkeit.« — »Wie Rousseau die Lehre vom abstrakten Recht von der Schule auf die Straße trug, so übertrug Bentham die Lehre von der Nützlichkeit aus der Sphäre der Spekulation in die Sphäre der unmittelbaren Gesetzgebung.« — Bei aller Hochachtung, die aus alledem spricht, kann unser geehrter Autor so wenig als J. Stuart Mill der Klassifikation zustimmen, durch welche Bentham die Leiden und Freuden in ein System bringen und dadurch seiner Lehre eine wissenschaftliche Begründung vindizieren wollte. Nicht was den Menschen reizt und was ihn abstößt, ist von Belang, sondern wie der Mensch dazu kam, nach altruistischer Richtung sich zu entwickeln. Darüber, ob der Glückseligkeitstrieb oder das Streben nach einer gesunden Gesellschaft die Frage beantwortet, wollen wir mit Leslie Stephen nicht rechten, weil wir sein Streben nach einer gesunden Gesellschaft nur fassen können als ein Streben nach eigener Gesundheit in echt ethischem Sinn, dieses Streben aber derart mit unserem Glückseligkeitstrieb uns zusammenzufallen scheint, daß wir besorgen müßten, in einen bloßen Wortstreit uns einzulassen.

Sehr beherzigenswert ist Leslie Stephen's Bestreiten, daß die bisherigen soziologischen Anläufe den Namen einer wirklichen Soziologie

verdienen, von der es ihm noch zweifelhaft ist, ob sie überhaupt je zu stande kommen wird, die er aber als die wahre wissenschaftliche Begründung der Ethik begrüßen würde. Was er über die Grundsätze des Jahres 1688 und die berüchtigte, ebenso langwierige als verwirrte »bangorian controversy« sagt — wenn wir ihn richtig verstanden haben, so drehte sich der Streit hauptsächlich um die Ableitung eines göttlichen Rechtes der Fürsten wie der Priester — würde uns zu weit führen. Auf diese Details können wir uns so wenig einlassen als auf die Schilderung der theoretischen Revolutionäre Price, Pain, Priestley u. s. w., von welchen übrigens der letztere in Deutschland durch Kant als Determinist in weiteren Kreisen bekannt ist. Der Einfluß Rousseau's und Montesquieu's war ein mächtiger gewesen; allein das englische Volk war sich klar bewußt, daß bei ihm keine Zustände herrschten, die nur auf gewaltsamem Wege zu verbessern wären. Wie die Ära Walpole's mit ihrem unruhigen Bolingbroke friedlich verstrichen war — in den höheren Schichten der Gesellschaft nahm die Verderbnis reißend überhand, aber bei der politischen Stagnation erblühten Städte, Verkehr und Litteratur — so konnte auch der ebenso friedliebende als geistvolle Burke trotz der Losreißung Amerikas und der Umwälzung Frankreichs das Staatsruder führen, ohne daß die Ruhe gestört worden wäre. Die bekannten Juniusbriefe brachten die Parteien unter Georg III. in Aufwallung; die Tories und Whigs rieben sich aneinander; allein die Strömung, die immer herrschender wurde, war die einer alles mit sich reißenden Reaktion. Der Streit über den Vertrag, auf dem der Staat zu beruhen habe, erregte die Gemüter, aber ohne irgendwie aktuell zu werden; Hume erwies sich als Politiker ebenso schwach, als er stark war als Philosoph; Burke schrieb eine meisterhafte Prosa, und Adam Smith's »Reichtum der Nationen«, zugleich veröffentlicht mit der Unabhängigkeitserklärung des »fernen Westens«, war und blieb den praktischen Söhnen Albions das Nähere. Auf dem Gebiete der Volkswirtschaft war allein ein Fortschritt zu gewärtigen und die Hoffnungen wurden auch nicht getäuscht. Diesem Gegenstande ist das elfte Kapitel gewidmet und seine Ausführungen entsprechen der gestellten Aufgabe.

Das zwölfte und letzte Kapitel führt die Dichter und Schriftsteller vor, welche das Charakteristische des achtzehnten Jahrhunderts in seinen verschiedenen Phasen widerspiegeln und in lebendigen Farben der Zukunft aufbewahren. Vor ihnen jedoch schildert noch der geehrte Autor mit einigen markigen Strichen die Prediger. Von Sherlock's glühender Beredsamkeit gibt er uns ein fesselndes Bild, und Clarke's eisige »sermons« prägen sich uns tief ein als ein Musterbeweis, daß von keinem philosophischen Standpunkt aus die Gottesvorstellung zu dem warmpulsierenden Leben gelangt, welches ringsum den Glauben an ihr Leben weckt und fördert. Daß aber auch der reinkirchliche Standpunkt dieses Ziel nicht erreicht, wenn bloße Heuchelei seinen Ausführungen zu Grunde liegt, sehen wir an dem einschläfernden Wesen Blair's, von dem wir schleunigst zu den Dichtern übergehen. Da steigt vor unsern Blicken Pope empor, der in seltenem Maße zweier großer Vorzüge sich erfreute. Er war von einer ganz außerordentlichen Empfindsamkeit, die ihm die

tiefsten Blicke ins Menschenleben gewährte und ihn vor jenem Optimismus bewahrte, der das Grab der Dichtkunst ist. Der Dichter darf nicht die Harmonie vorfinden; denn seines Amtes ist es, die Gegensätze und womöglich die allerschärfsten harmonisch aufzulösen. Dann verfügte Pope über die Gabe, seine Gedanken zu »geflügelten Worten« auszuprägen, die weithin gelangten und wie Sprichwörter sich einprägten. Zudem war er im »Versuch über den Menschen« mit seinem berühmten: »Alles, was ist, ist recht«, als der Dichter des Deismus der eigentliche Dichter seiner Zeit. Es hat übrigens der Glanz seines Ruhmes und seiner Schule den Deismus nicht überdauert. Allein das Bestreben, den Verstand an die Stelle der Phantasie zu setzen, hat sich bitter gerächt, und treffend stellt unser Autor der Homerübersetzung Pope's den »Cato« Addison's zur Seite, der den Klassizismus der Franzosen nach England verpflanzen sollte und glänzend durchfiel. Pope hatte zwar der Versuchung widerstanden, die biblische Geschichte nach Art der aristotelischen »Maschinerie« zu verwenden; aber dem Anbruch der neuen Zeit vermochte doch sein Genius nicht Stand zu halten, und geführt von Wordsworth und Coleridge erhob die neue Schule gegen seine Autorität erfolgreich Protest. Wir übergehen eine lange Reihe Sänger, von welchen wir hier nur die Namen aufzählen könnten, und heben bloß den Romantiker Spenser hervor, der mit seiner das Mittelalter verherrlichenden Schule einen drastischen Gegensatz zur Schule Pope's bildete, sich aber auch Johnson's strenges Wort zuzog: »Das Leben ist uns sicherlich zu einem höhern Zweck gegeben, als um das zu sammeln, was unsere Vorfahren weggeworfen haben, und das zu lernen, was nur dadurch einen Wert erlangt hat, daß es vergessen worden ist« (II. S. 359). Thomson mit seinen reizenden Naturschilderungen bezeichnet Leslie Stephen als den Vorläufer Cowper's und Wordsworth's. Von Young sagt er: »er gehöre zu den gewandtesten Männern, die je englische Verse geschrieben haben, daß aber Gewandtheit die Phantasie erstickt« (II. S. 369). Und Pope ihm gegenübersetzend, fügt er hinzu: »Young trug förmlich seine Inferiorität zur Schau, indem er Phrasen für Schreibebücher erfand, während Pope Sprichwörter prägte für hochgebildete Denker. Ihm mangelt's nicht an der Liebe zum Dunkeln, zur Gräberphantasie und zu den ehrwürdigen Mysterien des Lebens, welche unsere ältern Schriftsteller beseelten; aber das alles ist mit einer solchen Offenherzigkeit von diesem geschicktesten Mann der Welt auf Gewinn berechnet, daß es eigens uns aufmerksam macht auf die Seichtigkeit seines Fühlens. Wie hohl sind die Freuden dieser Welt und wie tief die uns umringenden Mysterien! — ist die angebliche Empfindung. Was für ein gewandter Mann bin ich, und was für eine Schande ist es, daß man mich nicht zum Bischof gemacht hat! — ist das Gefühl, das in jeder Zeile unübersehbar angezeigt ist« (II. S. 363). Und auf der folgenden Seite: »Ein Dichter, der nicht weiter sieht, als er folgern kann, hat aufgehört, dichterisch zu wirken und zu überzeugen.«

Nun folgt noch eine stattliche Reihe von Dichtern, worauf die allgemeine Litteratur und ihr Wert für die Gesellschaft ins Auge gefaßt wird. Daraus wollen wir einige weittragende Sätze mitteilen, aus denen der Geist, in welchem das vorliegende Werk geschrieben ist, am klarsten

hervorgehen wird. — »Bei Shakespeare, Sir Thomas Browne, Jeremy Taylor oder Milton wird der Mensch in seinen Beziehungen zum Universum betrachtet: da steht er der Ewigkeit und dem Unendlichen gegenüber; das Leben ist ein kurzer Traum; wir sind ephemere Schauspieler in diesem ungeheuern Drama; Himmel und Hölle harren hinter dem Schleier der Erscheinungswelt; bei jedem Schritt verschwinden unsere Freunde im unermeßlichen Abgrund des allgegenwärtigen Geheimnisses. Vor all diesen Gedanken scheinen die Schriftsteller des achtzehnten Jahrhunderts ihre Augen so fest als möglich verschlossen zu haben. Sie liebten es nicht, wie Sir Thomas Browne in einem: O Allmacht! — sich zu verlieren oder in ein feierliches Entzücken zu geraten bei dem Schwindel, der uns erfaßt nach einem standhaften Hinausstarren in das Unbegrenzte. Die größten Männer unter ihnen, ein Swift oder ein Johnson haben gewiß den Sinn — vielleicht einen thatsächlich stärkeren als Browne und Taylor — für die Geringfügigkeit unseres Lebens und die nahen Grenzen unserer Erkenntnis gehabt. Kein großer Mann könnte je ohne diesen sein. Aber die Ehrfurcht vor dem Unendlichen und Unsichtbaren bestimmt sie nicht, über das Geheimnisvolle zu brüten und einen Ausdruck zu suchen für das verwirrte Anstaunen des unerforschlichen Rätsels. Was sie dabei empfinden, ist nur eine gewisse zur Gewohnheit werdende Traurigkeit, welche ihre ganze Spannkraft und ihr ganzes Denken gefangen nimmt. Darum kehren sie dem Unendlichen den Rücken und verzichten auf alle Anstrengung, es zu enträtseln. Ihre Blicke sind auf die sie umgebende Welt gerichtet, und als thöricht und eingebildet erscheint ihnen jeder, der sich erkühnt, die große Dunkelheit zu betrachten. Der Ausdruck, den dieses Gefühl in der Litteratur findet, ist eine charakteristische Neigung, von der reinen Spekulation sich abzuwenden, verbunden mit einem tiefen Interesse für die sozialen und sittlichen Gesetze. Das Ermangeln jeder tiefern spekulativen Grundlage macht die unmittelbar praktischen Lebensfragen nur um so anziehender. Wir wissen nicht, was wir sind, wohin wir gehen, woher wir kommen; allein mit Hilfe des gesunden Menschenverstandes können wir zum Zweck unserer Lebensführung ein zureichendes Teil an moralischen Grundsätzen auffinden, wir können die menschlichen Leidenschaften analysieren und, ohne auf die ersten Gründe zurückzugehen, die Triebfedern der Gesellschaft entdecken. Die Kenntnis der menschlichen Natur, wie sie thatsächlich im Wechsel der Szene sich darstellt, bildet im Verein mit einer lebendigen Würdigung der Wichtigkeit moralischer Gesetze den Stapel, von welchem die beste Litteratur jener Zeit ausgelaufen ist. Sowie die ethischen Untersuchungen in der Philosophie hervorragen, ist die Festigung der ethischen Grundsätze Aufgabe jener, die sonst geneigt wären, die Philosophie zu verachten. Wenn ein Glaube im Ersterben ist, wird die Wichtigkeit, das Moralgesetz zu retten, naturgemäß zu einer drängenden Erwägung für die starken Charaktere« (II. S. 370 u. 371).

Wir müssen es uns versagen, auf die nun folgende geistvolle Gegenüberstellung Swift's und Johnson's näher einzugehen sowie auf die herrliche Schilderung Fielding's, der als Verkörperung des gesunden Menschenverstandes so recht der Mann der neuen Zeit war. Aus der

eben mitgeteilten Stelle ersieht der gütige Leser zur Genüge, von welchem Standpunkt aus Leslie Stephen die englische Litteratur des achtzehnten Jahrhunderts beurteilt, das der Entwickelung wahrer Dichtkunst die nötige Stimmung nicht entgegenbrachte. Aus der mitgeteilten Stelle geht aber auch die ganze Bedeutung Leslie Stephen's als Ethiker hervor. Alles Überlebte gilt ihm als abgethan. Er begreift das mächtige Reagieren eines Johnson gegen den gefälligen Optimismus der Pope-Shaftesbury'schen Spielart, und er scheut nicht zurück, wenn Swift dem Naturmenschen Vernunft und Tugend abspricht. Die Bedingungen zu einer allgemeinen Reaktion waren da und die Kirche nahm deren Führung in die Hand. Hochinteressant ist der Nachweis des Einflusses, den Jakob Böhme auf William Law geübt, welcher letztere seine Rettung nur darin finden konnte, daß er vom Verstand an das Herz appellierte. Allein die Engländer hatten kein Verständnis für den mondsüchtigen Mystizismus und scharenweise, zu Tausenden, ja nach Millionen flogen sie John Wesley zu, dessen vom kernigsten Leben strotzende Erscheinung praktisch zum praktischen Leben sprach und der, wenn sein Pferd durchging, es kurzweg dem Teufel, wenn es wieder zum Stehen gebracht wurde, es kurzweg Gott zuschrieb. Er war die Inkarnation des kindlichen Glaubens, und kindlich war seine Menschenfreundlichkeit, wie seine Ruhe, seine Entschlossenheit, seine Ausdauer mannhaft war. In 52 Jahren soll er 225 000 Meilen Weges zurückgelegt und über 40 000 Predigten gehalten haben. An seinem 85. Geburtstage war er noch bei voller Kraft und 80 Jahre nach seinem Tode erreichten die von ihm gestifteten Methodisten, die, wie Leslie Stephen (II. S. 425) bemerkt, viel Stoff für die Kirchengeschichte, aber sehr wenig Stoff für die Geschichte des Denkens und der Litteratur darbieten, die Zahl von 12 Millionen. Der Calvinismus empörte ihn wegen seiner Härte und den Skeptizismus verlachte er wegen der Leichtgläubigkeit, mit der er sich dem Zweifel hingibt! Man könnte allerdings auch den Skeptizismus persiflieren, welchen der Strenggläubige der Wissenschaft entgegenbringt. Es kommt nur darauf an, wie derlei und zu welcher Zeit es geschieht. Die Zeit neigte zur Reaktion und Wesley, der seine Zeit verstand, gehörte nicht zu jenen, für welche alle Heiden verloren sind; er sagte einfach: es gebe nur böse Heiden, — ein charakteristisches Wort, welches erklärt, wie er mit seinen Gegnern fertig zu werden wußte.

Zum Schluß einen Blick in die litterarische Reaktion, mit der das Werk abschließt. Treffend bezeichnet unser verehrter Autor, indem er die Entstehung des Sentimentalismus weit zurückversetzt, den Wesleyanismus als eine Entwickelung des Sentimentalismus. Wie verschieden aber diese von der krankhaften Entwickelung war, welcher gleichzeitig die Dichtkunst sich hinzugeben begann, sagt uns am besten Wesley selbst, der, auf einem seiner Ausflüge in Sterne's Buch blätternd, das Wort gar nicht verstehen wollte. »Sentimental!« — rief er aus — »Was ist das? Das ist nicht englisch. Er könnte ebensogut sagen: »Kontinental« (II. S. 436). Sterne ist der Typus des sentimentalen Dichters. Wenn Rousseau über den Gram seiner Heloise Thränen vergoß, so beweinte er in ihr das unglückliche Weib seiner elenden Zeit und

strebte damit eine soziale Umwälzung an. Sterne war glücklich, weinen zu können, ohne die leiseste Veränderung anzustreben. »Weinte er über einen Gefangenen, so hatte er darum nicht den Wunsch, die Bastille zu zerstören. Es wäre vielmehr zum Erbarmen gewesen, wenn es nicht, um ein Bischen Weinen zu rechtfertigen, einige Gefangene gegeben hätte. Selbst Goldsmith mit seinen Klagen über die Verderbtheit, in welcher »»der Reichtum anwächst und der Mensch dahinsiecht««, ist schließlich ein vortrefflicher Konservativer, der an einem niedlichen Schäfergedicht seine Freude hat, aber gar kein Bedürfnis empfindet nach einem Wiederaufleben des Naturzustandes. Er wünscht eine Reform des Gefängniswesens und daß die Landgeistlichkeit besser bezahlt werde; aber er hat keinen Groll gegen die Aristokratie, die ihm Wildbret sendet, und wünscht nicht im geringsten die Kirche über den Haufen zu rennen« (II. S. 443). Horace Walpole's »Kastell von Otranto« führte in alte Zeiten zurück, deren Studium man zu kultivieren begann, wobei es nicht an Mystifikationen fehlte, deren gelungenste die mit Macpherson's »Ossian« war. Und so gelangte man vom Klassizismus zur Romantik, um von dieser zum Naturalismus überzugehen, dessen vorzüglichste Vertreter Burns und Cowper sind. Zur Natur wollte man zurück, aber nicht wörtlich: es sollte nur mit aller Autorität gebrochen, alle Philosophie beseitigt und die individuelle Erfahrung an ihre Stelle gesetzt werden. Aber keiner hatte eine Ahnung von der Zeit, die hereinbrach und in einem halben Jahrhundert die Menschheit weiter vorwärts gebracht hat als früher ein Jahrtausend. Am Ausgang des achtzehnten Jahrhunderts steht Malthus mit seinem 1798 erschienenen »Versuch über die Prinzipien der Bevölkerung«. Die Angst vor einer nahe bevorstehenden Übervölkerung der Erde teilt heute kaum noch jemand; allein dieser Versuch hat teil an der Entstehung von Darwin's epochemachendem Werk, und Evolution heißt der Begriff, durch den die Weltanschauung ein neues Antlitz gewonnen hat und dem wir auch Leslie Stephen's »Science of Ethics« verdanken, womit wir von dem geehrten Autor und dem vorliegenden Buche Abschied nehmen. B. Carneri.

Zoologie.

Feigenwespen.

Die Untersuchungen des Grafen Solms-Laubach[1] und Paul Mayer's[2] über den Feigenbaum und die Feigeninsekten haben einen würdigen Abschluß gefunden in der systematischen Bearbeitung der von diesen beiden Herren und auf deren Anregung gesammelten Insekten durch Professor Gustav Mayr in Wien[3]. Erst jetzt, nachdem mit geübtem Blicke der auf

[1] s. Kosmos XI, S. 306—315 und S. 342—346.
[2] s. Kosmos XII, S. 310—314.
[3] Feigeninsekten, beschrieben von Dr. Gustav Mayr. Wien, 1885. (Aus den Verhandl. der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien.)

diesem Gebiete so bewährte Meister das verwirrende Gewimmel wunderlicher Formen gesichtet, geordnet und beschrieben hat, ist eine sichere Grundlage geboten für weitere Forschungen über diese eine kleine Welt für sich bildenden Feigenwespen, über ihre Beziehungen zu den Feigen und zu einander; erst jetzt wird es möglich, eine ganze Reihe sie betreffender Fragen zu stellen und in Angriff zu nehmen.

»Die in Feigen vorkommenden Insekten sind« (nach G. Mayr) »in drei Kategorien zu teilen, und zwar gehören zur

1. die Gallenerzeuger, welche in den Fruchtgallen den Larven- und Puppenzustand zubringen. Hierher gehören wahrscheinlich alle Agaoninen, sicher aber mindestens die Arten der Gattung *Blastophaga*. Zur

2. Kategorie gehören die parasitischen Hymenopteren, welche von den Larven, resp. Puppen der Agaoninen leben, indem sie ihre Eier in die Fruchtgallen legen und die daraus entstehenden Larven sich von den Larven der Agaoninen ernähren. Zur

3. gehören die Feigenbesucher, nämlich jene Insekten, welche im entwickelten Zustande in das Innere der Feigen eindringen, sich wahrscheinlich von dem Safte derselben und schon auch von den zu Grunde gegangenen Männchen der Feigenbewohner nähren und die Feigen wieder verlassen«, so z. B. Ameisen, Käfer (Nitiduliden, Staphylinen), Tausendfüßler, Milben u. s. w. Zu diesen drei von Gustav Mayr unterschiedenen Gruppen kommen noch

4. Insekten, welche wie die der beiden ersten Gruppen in der Feige ihre Verwandlung durchmachen, aber weder als Gallenerzeuger noch als deren Schmarotzer, überhaupt nicht in den Früchten, sondern im Fleische der Feige leben. Schon in ganz jungen, selbst in noch unbestäubten Feigen kommen Käfer- und Zweiflüglerlarven vor, die meist deren verfrühtes Abfallen bewirken, und in den zu Boden gefallenen reifen Feigen wimmelt es bald von allerlei Larven von Käfern, Mücken und Schlupfwespen.

Wahrscheinlich gehören die in Gustav Mayr's Abhandlung beschriebenen Hautflügler allesamt den ersten beiden Gruppen an. Es wurden 67 in 21 Gattungen verteilte Arten unterschieden, die sämtlich, mit Ausnahme eines einzigen Braconiden, zu den Chalcidiern gehören. Von den Gattungen sind 15 neu, von den Arten 63, darunter 25 aus der alten Welt, 38 vom Itajahy. Da bei vielen Feigenwespen Männchen und Weibchen so außerordentlich verschieden sind, daß »die Untersuchung der Tiere allein nicht die geringsten Anhaltspunkte zur Zusammenstellung der beiden Geschlechter« zu bieten vermag, mußten vorläufig eine Reihe von Männchen und Weibchen als besondere Gattungen beschrieben werden. Dadurch wird die endgültig festzuhaltende Zahl der Gattungen und Arten sich etwas niedriger stellen; aber dennoch, welche verlockende Aussicht für Artenjäger, wenn man bedenkt, daß bis jetzt kaum der zwanzigste Teil der bekannten Feigenarten, und selbst von diesen die meisten höchst ungenügend auf ihre Wespen untersucht worden sind!

Ob sie Gallenerzeuger oder Schmarotzer von solchen seien, ist für die Mehrzahl der Feigenwespen noch nicht zu entscheiden. Gallenerzeuger sind ohne Frage die Gattungen *Blastophaga*, *Tetrapus*, *Crossogaster*

und *Sycophaga*, von denen die beiden letzten auf die alte Welt beschränkt sind und zwar *Crossogaster* nur auf der Insel Socotra gefunden wurde, während *Tetrapus* der südamerikanischen Feigengattung *Pharmacosycea* eigentümlich zu sein scheint.

Außer der altbekannten *Blastophaga grossorum*, dem ψήν der alten Griechen, beschreibt G. M. noch 14 Arten dieser Gattung aus der alten Welt, von denen Java — Dank dem Aufenthalte des Grafen Solms auf dieser Insel — nicht weniger als neun lieferte. *Blastophaga grossorum* bewohnt mehrere über ein weites Gebiet (Kleinasien, Persien, Afghanistan, Nil, Abessinien) verbreitete, nahe verwandte Feigenarten; dagegen wurde keine der übrigen altweltlichen Blastophagen in mehr als einer Feigenart angetroffen. Anders am Itajahy. Hier wurde ein und dieselbe *Blastophaga (Bl. brasiliensis)* in sieben verschiedenen Feigen (*Ficus* II, III, IV, V, VI, VII, IX) gefunden; sind auch drei derselben (II, IV, VI) so ähnlich, daß sie vielleicht zur selben Art gerechnet werden können, so bleiben doch mindestens fünf scharf geschiedene und zum Teil weit verschiedene, an gleichem Orte wachsende Feigenarten auf eine einzige *Blastophaga* als wichtigsten Bestäubungsvermittler angewiesen. Eine zweite *Blastophaga (Bl. bifossulata)* fand sich in einer einzigen, durch das im Grunde eines tiefen Trichters gelegene Auge sehr ausgezeichneten Feigenart (*Ficus* VIII). In der letzten der hier auf ihre Wespen untersuchten Feigen, der *Pharmacosycea radula* oder einer nächstverwandten Art (*Ficus* I) ist *Blastophaga* durch die bis jetzt einzige Art der nahestehenden Gattung *Tetrapus (T. americanus)* vertreten.

Von den flügellosen Männchen der Blastophagen wird angenommen, daß sie die Feige, in der sie geboren, nimmer verlassen, und das mag wohl auch als Regel gelten; doch fehlt es nicht an Ausnahmen. Am 29. April 1881 hatte ich gegen zweihundert Feigen der von *Blastophaga bifossulata* besuchten Art (*Ficus* VIII) heimgebracht; in einem kleinen Glase, in dem während des Vormittags eine Anzahl dieser Feigen aufbewahrt worden war, waren in dieser Zeit viele *Blastophaga*-Männchen (aber noch keine Weibchen) aus den Feigen gekrochen und krochen am Boden des Glases umher; in einem zweiten Glase fanden sich ebenfalls (neben Weibchen) viele Männchen außerhalb der Feigen. Ebenso habe ich später aus Feigen einer anderen Art (*Ficus* VII) Männchen von *Blastophaga brasiliensis* herauskommen sehen und sogar einzelne außen auf den noch am Baume sitzenden Feigen angetroffen. Ich bezweifle nicht, daß sie von Feige zu Feige wandern; bei den zwei betreffenden Feigenarten pflegen die jungen Zweige dicht mit Feigen besetzt zu sein und ohne solche Wanderungen würden viele Männchen ohne Weibchen, viele Weibchen ohne Männchen bleiben müssen, da das Verhältnis der Geschlechter in den einzelnen Feigen ein sehr schwankendes ist. So waren unter den am 29. 4. 81 gesammelten Feigen zwei, in welchen neben zahlreichen Weibchen sich kein einziges Männchen fand, und zwei andere, in denen auf etwa hundert Männchen nur gegen zwanzig Weibchen kamen. Daß ich einmal (11. 4. 81) eine nur *Blastophaga*-Männchen enthaltende Feige (von *Ficus* VII) gefunden, ist schon früher (Kosmos XII, S. 313) erwähnt worden. Außerdem würde ohne Wandern der Männchen,

wenigstens bei kleinfrüchtigen Feigenarten, bei denen in jede Feige nur ein einziges *Blastophaga*-Weibchen einzudringen pflegt, fast immer engste Inzucht zwischen Geschwistern stattfinden müssen. So untersuchte ich von *Ficus* II 265 unreife Früchte und fand davon 5% ohne *Blastophaga*-Weibchen, also durch irgendwelche andere Wespe befruchtet, 84% mit je einem, 11% mit je zwei *Blastophaga*-Weibchen; unter 382 unreifen Früchten von *Ficus* VII waren drei, also kaum 1%, ohne *Blastophaga*-Weibchen, 86% mit je einem, 13% mit mehr als einem (zwei bis vier) Weibchen. Wenn man zugleich berücksichtigt, daß an den betreffenden Zweigen von *Ficus* VII höchstens 5% der überhaupt angelegten Feigen unbefruchtet geblieben oder aus irgendwelcher anderen Ursache abgefallen waren, so beweisen diese Zahlen, daß die *Blastophaga*-Weibchen nicht ohne Wahl in jedes beliebige offene Auge einer blühenden Feige eindringen, sondern fast immer diejenigen Feigen zu erkennen und zu meiden wissen, von denen schon ein anderes Weibchen Besitz genommen hat. Dies hat den dreifachen Vorteil: 1. daß möglichst viele Feigen bestäubt werden; 2. daß die Brut des Weibchens reichliches Futter findet; 3. daß in der Feige möglichst viele Samen reifen können. Der damit verbundene Nachteil, daß dann in der reifen Feige nur leibliche Brüder und Schwestern sich finden, dürfte wenigstens zum Teil durch das Wandern der Männchen von Feige zu Feige beseitigt werden.

Von der Gattung *Blastophaga* hat man bis jetzt nie mehr als eine einzige Art in derselben Feigenart angetroffen, während aus manchen anderen Gattungen von Feigenwespen zwei oder mehr Arten dieselbe Feigenart aufsuchen; so wurden in der *Ficus glomerata* des botanischen Gartens in Buitenzorg zwei *Sycophaga*-Arten, in der von Schweinfurt auf Socotra gesammelten *Ficus salicifolia* zwei *Sycoryctes*-Arten gefunden; unter den aus *Ficus* III am Itajahy gesammelten Wespen unterschied G. Mayr zwei Arten von *Heterandrium* und vier von *Tetragonaspis*, ja unter den Wespen aus *Ficus* V sechs Arten der Gattung *Aëpocerus*.

Neben *Blastophaga* hausen in vielen Feigenarten schlanke Wespen mit sehr langer Legescheide; so in *Ficus carica* die schon von Hasselquist als *Cynips caricae*, von Cavolini als *Ichneumon ficarius* beschriebene *Philotrypesis caricae*. Keiner der südbrasilianischen Feigenarten scheinen diese Bewohner zu fehlen; nur bei einer Art (*Ficus* IX), von der ich erst drei der winzigen Feigen untersuchen konnte, habe ich sie noch nicht gesehen. Eine dieser Wespen (*Tetragonaspis flavicollis*) wurde in sieben verschiedenen Feigenarten (*Ficus* II bis VIII) angetroffen, von denen mehrere noch eine bis drei andere Arten derselben Gattung beherbergten. Im ganzen unterschied Gustav Mayr unter den Feigenwespen vom Itajahy sechs *Tetragonaspis*-Arten; eine siebente wurde auf Java in *Ficus glomerata* gefunden. Mit diesen *Tetragonaspis* leben immer flügellose Männchen zusammen, für welche G. M. die Gattung *Ganosoma* errichtet hat; er selbst hält es jedoch »für sehr wahrscheinlich, daß *Ganosoma* das Männchen von *Tetragonaspis* sei«, und es kann darüber wohl auch kein Zweifel bestehen. Von *Ficus* VII habe ich im Sommer 1880/81 hunderte verschiedenen Bäumen entstammende Feigen untersucht und darin außer *Blastophaga* nie andere Wespen gefunden als *Tetragonaspis*

flavicollis♀ und *Ganosoma robustum* ♂; jene würde des Männchens, dieses des Weibchens entbehren, wenn sie nicht als Mann und Weib zusammengehörten. (Später, im Winter 1881, habe ich in *Ficus* VII noch zwei andere Wespen getroffen, darunter ein *Heterandrium*, dessen ich Erwähnung thue, weil ich einmal (13. Juni) eines der langbeinigen flügellosen Männchen außen auf einer noch am Zweige sitzenden Feige herumstelzen sah; aus den heimgebrachten Feigen kroch eine größere Zahl solcher Männchen heraus.)

Wie in *Ficus* I (*Pharmacosycea radula?*) die Gattung *Blastophaga* durch *Tetrapus*, so ist *Tetragonaspis* durch *Trichaulus* ersetzt und *Ganosoma* durch *Critogaster*. Die letzten beiden Gattungen flügelloser Männchen unterscheiden sich vornehmlich dadurch, daß die Mundteile von *Critogaster* weniger verkümmert sind, daß er noch Unterkiefer und Unterlippe besitzt, die bei *Ganosoma* fehlen. Die nahe Verwandtschaft dieser flügellosen Männchen legt die Vermutung nahe, daß *Critogaster* ebenso zu *Trichaulus* gehöre, wie ohne Frage *Ganosoma* zu *Tetragonaspis*, und ich glaube, daß dies wirklich der Fall ist trotz der Bedenken, die sich einer solchen Annahme entgegenstellen lassen.

Ein erstes Bedenken könnte der Umstand erwecken, daß bei *Trichaulus* geflügelte, dem Weibchen ungemein ähnliche Männchen vorkommen. Allein da unter den Feigenwespen schon mehrere Arten bekannt geworden sind, bei denen neben wohlgeflügelten Männchen andere ohne Flügel oder mit Flügelstummeln sich finden (*Crossogaster triformis* von Socotra, *Heterandrium uniannulatum*, *Aëpocerus inflaticeps* vom Itajahy), so hat ein neues Beispiel solchen Vorkommens nichts Befremdendes mehr. Ein zweites, schwerer wiegendes Bedenken liegt in der großen Verschiedenheit der flügellosen *Critogaster*; sie ist so bedeutend, daß Gustav Mayr drei besondere Arten für sie errichtet hat. Das Weibchen von *Trichaulus* würde also außer den geflügelten, ihm sehr ähnlichen, noch dreierlei ungeflügelte, ihm ganz unähnliche Männchen besitzen. Aber haben nicht in derselben Ordnung der Hautflügler viele Ameisen neben geflügelten Weibchen noch zwei- oder dreierlei ungeflügelte? Diesen Bedenken gegenüber lassen sich als, wie mir scheint, durchschlagende Beweise für das Zusammengehören von *Trichaulus* und *Critogaster* folgende Thatsachen anführen: 1. die geflügelten Männchen von *Trichaulus* sind überaus selten, kaum eines auf Hunderte von Weibchen, können also sicher nicht zur Befruchtung auch nur eines kleinen Bruchteiles der Weibchen ausreichen: 2. niemals wurde in einer Feige *Trichaulus* ohne *Critogaster* oder *Critogaster* ohne *Trichaulus* gefunden; entweder sind beide vorhanden oder beide fehlen (selbstverständlich gilt dies nicht für Feigen, aus denen die Weibchen schon ausgeflogen sind); 3. in *Ficus* I kommen überhaupt keine anderen weiblichen Wespen vor als *Tetrapus americanus* und *Trichaulus versicolor*. Diesem dritten Beweise könnte man nach Durchsicht der Mayr'schen Abhandlung entgegenhalten, daß ja auch aus anderen Feigen mancherlei Männchen gesammelt wurden, zu denen die Weibchen fehlen; so aus *Ficus* V nicht weniger als sieben (2 *Physothorax*, 1 *Plesiostigma*, 1 *Heterandrium* und 3 *Aëpocerus*). Indessen sind diese beiden Fälle völlig verschieden. *Ficus* V ist ein hoher Urwaldsbaum, der erst Frucht bringt,

wenn er seine Krone über seine Umgebung emporgehoben; seine Früchte sind daher völlig unzugänglich; man ist angewiesen auf die, welche schmausende Papageien herabwerfen; so habe ich erst einmal Gelegenheit gehabt, Feigen dieser Art zu untersuchen. Aus den meisten waren die geflügelten Wespen schon vollständig verschwunden, nur wenige waren noch geschlossen. So war es nun natürlich, daß für viele flügellose Männchen die geflügelten Weibchen vermißt wurden. *Ficus* I ist dagegen ein sehr häufiger und vielfach außerhalb des Waldes wachsender Baum mit meist leicht zugänglichen Früchten, so daß ich von verschiedenen Bäumen eine sehr große Zahl noch geschlossener Früchte sammeln konnte. In diesen mußten sich für die flügellosen Männchen jedenfalls (wenn auch nicht notwendig immer in derselben Feige) auch die geflügelten Weibchen finden.

Über die Bedeutung der Vielgestaltigkeit der Männchen selbst nur eine Vermutung auszusprechen, wäre voreilig, bevor nicht durch weitere Beobachtungen festgestellt ist, ob es sich überhaupt um drei scharf geschiedene oder um nur eine sehr veränderliche Form handelt, und für den ersten Fall, ob die drei Formen stets zusammen in derselben Feige oder aber getrennt in verschiedenen Feigen desselben oder verschiedener Bäume leben.

Ficus I *(Pharmacosycea radula?)* stellt sich allen übrigen Feigenarten des Itajahy nicht nur darin gegenüber, daß die den letzteren gemeinsamen, auch in der alten Welt vertretenen Gattungen *Blastophaga* und *Tetragonaspis* durch zwei andere, bis jetzt nur in jener einzigen Art gefundene Gattungen, *Tetrapus* und *Trichaulus* ersetzt sind, sondern auch darin, daß *Tetrapus americanus* und *Trichaulus versicolor* ihre beiden einzigen Wespen sind, während bei allen anderen Arten (von der so gut wie noch nicht untersuchten *Ficus* IX abgesehen) neben *Blastophaga* und *Tetragonaspis* noch mehr oder weniger zahlreiche andere Wespen hausen. Dieser Gegensatz läßt sich wohl nur dadurch erklären, daß *Ficus* I sich schon frühe von dem gemeinsamen Stamme unserer übrigen Feigen abgezweigt habe, und in der That hat auch Miguel auf Grund des Blütenbaues jene Art und einige ihr nahestehende, ebenfalls in Südamerika heimische als eigene Gattung *Pharmacosycea* den übrigen, der Gattung *Urostigma* zugeteilten Feigen Südamerikas gegenübergestellt. Neuerdings zweifeln zwar Bentham und Hooker[1], ob *Pharmacosycea* von *Urostigma* zu trennen sei; doch möchte ich in dieser Frage die Stimme der Feigenwespen selbst so gewiegten Botanikern gegenüber für entscheidend halten.

Daß und weshalb ich *Philotrypesis* (= *Ichneumon ficarius* Cavol.), *Trichaulus* und *Tetragonaspis* nicht für Schmarotzer von *Blastophaga*, sondern für Gallenerzeuger halte, habe ich bereits in der Besprechung von Paul Mayer's Feigeninsekten gesagt (Kosmos XII, S. 312); spätere Beobachtungen haben mich in dieser Ansicht nur bestärkt.

Über unsere zahlreichen anderen Feigenwespen wage ich kaum etwas zu sagen. Daß sie nicht alle Schmarotzer von *Blastophaga* oder *Tetragonaspis* sein können, zeigen schon ihre Größenverhältnisse. Offenbar

[1] Bentham und Hooker, Genera plantarum. Vol. III. pag. 368.

kann ein Schmarotzer keine größere Masse haben als die Wespe, von deren Larve er sich genährt hat, ja nicht einmal gleich große. Neben *Blastophaga brasiliensis*, deren Weibchen bis 1,5 mm, deren Männchen bis 1,3 mm lang wird, und neben *Tetragonaspis flavicollis*, deren Weibchen bis 2 mm, deren Männchen (*Ganosoma robustum*) bis 1,9 mm Länge erreicht, leben nun in *Ficus* II: *Diomorus variabilis* (♀: 1,8—2,4; ♂: 1,3 bis 2,1 mm), *Decatoma longiramulis* (♀: 2,1; ♂: 1,7—2,1 mm) und *Aëpocerus excavatus* (♀: 3—3,2; ♂: 2,2 mm). So wenig nun auch wegen des bald schlankeren, bald gedrungeneren Leibes die Länge zweier Arten allein auf das Verhältnis ihrer Masse schließen läßt, so bietet sie doch im vorliegenden Falle genügenden Anhalt, um mit voller Bestimmtheit sagen zu können, daß *Aëpocerus excavatus*, der Riese unter unseren Feigenwespen, sich nun und nimmer an einer Larve von *Blastophaga* oder *Tetragonaspis* zu seiner mehrfach größeren Leibesmasse herangefüttert haben kann, und um es auch für die genannten Arten von *Diomorus* und *Decatoma* als höchst unwahrscheinlich bezeichnen zu dürfen, daß sie Schmarotzer von *Blastophaga* oder *Tetragonaspis* seien.

Von allen Feigenwespen des Itajahy sind *Blastophaga* und *Tetrapus* die einzigen, welche zum Eierlegen in die jungen blühenden Feigen hineinkriechen und so eine reichliche Bestäubung der weiblichen Blüten bewirken. Auch *Tetragonaspis* und *Trichaulus* können durch die der Legescheide anhaftenden Blütenstaubkörner eine wenn auch meist sehr dürftige Bestäubung zuwege bringen. Dasselbe mag für andere nicht schmarotzende Arten gelten. Im allgemeinen aber wird die ganze bunte Gesellschaft, die sich z. B. in *Ficus* V neben *Blastophaga* und *Tetragonaspis* sammelt, den Feigen mehr schädlich als nützlich sein. Von den Schmarotzern, die nützliche Wespen vernichten, ist dies selbstverständlich; für die nicht schmarotzenden Arten gilt es für alle Fälle — und es ist dies die weit überwiegende Mehrzahl — in denen sie neben *Blastophaga* sich einnisten: denn einer durch letztere genügend bestäubten Feige können sie nichts nützen, schaden aber durch Verzehren von Früchten, die ohne sie Samen gebracht hätten. So würde es für jede Feigenart sehr vorteilhaft sein, diese unnützen, schädlichen Gäste von sich fern zu halten. *Ficus* I (*Pharmacosycea radula?*) scheint dies vollständig erreicht zu haben, da bis jetzt keine anderen Bewohner als *Tetrapus* und *Trichaulus* in ihr gefunden wurden; die reifen und der Reife nahen Feigen dieser Art haben einen eigenen, für mich höchst widerlichen Geruch; ob es ein ähnlicher, menschlichen Nasen unmerkbarer Geruch der jungen Feige, ob es die besondere Beschaffenheit ihres Milchsaftes[1], ob es etwas anderes ist, was unwillkommene Gäste fern hält, ich weiß es nicht. Ziemlich frei von solchen Gästen hält sich auch *Ficus* VII; monatelang hatte ich Feigen verschiedener Bäume zu hunderten untersucht, ohne andere Bewohner zu finden als *Blastophaga* und *Tetragonaspis*; später sind mir allerdings noch zwei andere Arten vorgekommen. Bei dieser Art dürfte eine dick-

[1] Die Milch dieses Feigenbaumes („leite de figueira") dient in Brasilien als Heilmittel gegen die durch *Dochmius duodenalis* veranlaßte Bleichsucht, das sogenannte „mal da terra".

liche, überaus herbe und saure Flüssigkeit, die zeitig in die Höhle der jungen Feige abgeschieden wird, Schutz gegen unberufene Gäste gewähren.

Blumenau, Santa Catharina, Brasilien. Fritz Müller.
26. September 1885.

Botanik.

Die Geschlechterdifferenzierung bei den Feigenbäumen[1].

Die vor drei Jahren im »Kosmos« (Bd. 11, S. 342) angeregte Frage, ob die Eßfeige eine durch Anbau erzielte Rasse des wilden *Caprificus* sei oder ob Feigenbaum und *Caprificus* als schon vor dem Anbau entstandene weibliche und männliche Form ihrer Art zu betrachten seien, hat früher, als zu erwarten stand, ihre Antwort gefunden und es sind dadurch die im »Kosmos« vertretenen Anschauungen ganz und voll bestätigt worden. Wir danken den Beweis hierfür dem Grafen zu Solms-Laubach, dem, wie er selbst sagt, »begreiflicherweise mehr als anderen daran gelegen sein mußte, diesen Beweis geführt zu sehen«, und der ja auch durch jahrelange, eingehende Beschäftigung mit dem Gegenstande wie kein anderer befähigt war, diese Frage zu lösen.

»Der geforderte Beweis,« sagt Graf Solms, »lag vor, sobald es gelang, eine solche divergente Geschlechtsentwickelung auch nur bei einer wilden, notorisch niemals von Kultur tangierten *Ficus*-Spezies aufzufinden. Welcher Gruppe diese angehöre, war dabei gleichgültig, da die monophyletische Abstammung aller Feigenbäume wohl nicht zweifelhaft sein kann.«

Während seines halbjährigen Aufenthaltes auf Java hat nun Graf Solms soviel als irgend möglich den Feigenbäumen seine Aufmerksamkeit gewidmet und es ist ihm gelungen, nicht nur eine, sondern eine ganze Reihe von Arten mit ähnlicher Verteilung der Geschlechter zu finden, wie sie im »Kosmos« für den gewöhnlichen Feigenbaum wahrscheinlich zu machen gesucht wurde, und zwar war bei diesen Arten die »Geschlechterdifferenzierung« in so verschiedener Weise ausgebildet, daß sie einen Schluß erlauben auf den Weg, den bei dieser Differenzierung die Feigenbäume durchlaufen. Ich gebe diesen wahrscheinlichen Entwickelungsgang fast ganz mit Graf Solms' eigenen Worten.

Den relativ ältesten Feigentypus stellt *Ficus (Urostigma) elastica* dar. Hier stehen die männlichen und weiblichen Blüten regellos durcheinander; die letzteren scheinen alle wesentlich gleich beschaffen, so daß es vom Zufall abhängen dürfte, ob aus ihren Fruchtknoten Früchte oder wespenbergende Gallen entstehen. Derartige Geschlechtsanordnung bezeichnet Graf Solms als synözisch. In solchen synözischen Infloreszenzen geht

[1] H. Graf zu Solms-Laubach, Die Geschlechterdifferenzierung bei den Feigenbäumen. Bot. Zeitung 1885, Nr. 33—36, Tafel V.

nun die Differenzierung nach zwei verschiedenen Richtungen vor sich: es bildet sich einmal die Scheidung einer vorderen männlichen und einer hinteren weiblichen Region in der Feige heraus, wie solches die meisten Formen von *Ficus* und *Urostigma* zeigen. Und gleichzeitig werden die weiblichen Blüten in Gallen- und in Samenblüten geschieden, letztere durch lange Griffel mit wohlentwickelter Narbe, erstere durch kürzere Griffel und mehr oder minder verkümmerte Narbe ausgezeichnet. Zunächst stehen dieselben noch regellos beisammen, so z. B. bei *Ficus (Sycomorus) glomerata* h. Bog. — Nach dem, was die Untersuchung des eben genannten Baumes ergab, scheint es, als ob diese Scheidung mit Überverlängerung derjenigen Griffel beginne, die dem Einstich des Insekts entzogen werden sollen; als ob anderseits, bei den Gallenblüten, die Verkümmerung der Narbenfläche, die nun nicht mehr nötig, erst später, in stufenweiser Progression fortschreitend, hinzukomme. Wie sich weiterhin aus synözischer Anordnung vollkommene Geschlechtstrennung entwickelt, wie wir sie in der *Cystogyne*-Gruppe, bei *F. hirta* und *diversifolia* finden, ist leicht zu verstehen. In einem Falle geht eben durch sich steigernde Griffelverlängerung aller weiblichen Blüten die Möglichkeit der Gallenerzeugung verloren; im anderen Falle wurden die Samenblüten unterdrückt, wobei es fraglich, ob dies stets durch Verkümmerung der Narben oder auch so zu stande kommt, daß infolge der reichlichen Gallenbildung alles disponible Nährmaterial für diese verbraucht wird. Die männlichen Feigen würden ohne Gallenblüten funktionslos werden, sie bergen deren immer eine wechselnde Zahl; die weiblichen Feigen behalten diesen ihren Geschlechtscharakter, mögen sie nun männliche Blüten enthalten oder nicht, da diese doch, wenn vorhanden, beim Mangel des Insekts zu absoluter Funktionslosigkeit verurteilt sind. Als unnütz sind sie denn auch fast durchweg in Verlust geraten und kommen nur mehr gelegentlich in Form von Rückschlägen zur Entwickelung (*F. Carica* fem., *F. variegata* var. h. Bog.). Am allerweitesten geht die Differenzierung in dieser Richtung bei *F. diversifolia*, bei welcher die beiderlei weiblichen Blüten schon ursprünglich in verschiedener Zahl und Form hervorgebracht werden.

Dies die Hauptergebnisse der erfolgreichen javanischen Feigenforschungen des Grafen Solms. Leider muß ich mir versagen, auf die einzelnen Arten näher einzugehen, deren sehr anziehende Schilderung ohne die begleitenden Abbildungen wenigstens für die schwer verständlich bleiben würde, die nicht schon aus eigener Anschauung mit dem Gegenstande vertraut sind.

Ich verweise daher in betreff derselben auf die vortreffliche Abhandlung selbst und empfehle sie dringend allen, die einen tieferen Einblick in diese wunderbaren Wechselbeziehungen zwischen Feigen und Wespen und in die Weise zu gewinnen wünschen, in der die Feigen einen ursprünglich einfach ihre Früchte zerstörenden Schmarotzer für ihre Kreuzung sich immer vollkommener dienstbar gemacht haben.

Blumenau, S^{a}. Catharina, Brasilien, 11. November 1885. Fritz Müller.

Paläontologie.

Fossile Insekten der Primärzeit.

Nachdem Charles Brongniart bereits vor einem Jahr die Entdeckung des ältesten bisher bekannten Insekts, das er *Palaeoblattina Douvillei* taufte, in dem mittelsilurischen Sandstein von Jurques (Dpt. Calvados, Normandie) angekündigt hatte, gab er kürzlich eine wertvolle Übersicht aller aus paläozoischen Schichten stammenden Insektenreste[1], aus der wir hier das Wesentlichste mitteilen wollen.

Weitaus die ergiebigste Fundstätte scheinen die Steinkohlengruben von Commentry, Dpt. Allier, zu sein, von wo Brongniart seit 1878 dank den Bemühungen des dortigen Bergwerkdirektors Fayol über 1300 meist ausgezeichnet konservierte Stücke erhalten hat, während die Ausbeute an paläozoischen Insekten in der ganzen übrigen Welt bis jetzt nur etwa 120 Exemplare beträgt[2]. Gleichwohl wird durch die erstgenannten Funde die Zahl der in der Primärzeit vertretenen Ordnungen und Familien nicht wesentlich vermehrt; es herrschte damals augenscheinlich noch eine gewisse Einförmigkeit in der jetzt so unendlich entfalteten Insektenwelt.

Zunächst zählt Verf. die wenigen devonischen Insekten auf, welche Scudder aus Neu-Braunschweig beschrieben hat. Es sind: 1) *Gerephemera simplex;* soll zu den *Protophasmidae* gehören. 2) *Platephemera antiqua;* gleicht durchaus dem Flügel einer heutigen Ephemeride, der *Palingenia virgo*, nur war jene siebenmal größer. 3) *Lithentomum Hartii* und 4) *Dyscritus fossilis*, welche Br. ihres schlechten Erhaltungszustandes wegen nicht zu klassifizieren wagt, sind von Scudder jenes unter die Neuropteren, Fam. *Sialina*, dieser nebst 5) *Homothetus fossilis* in die neue Familie *Homothetidae* eingereiht worden, die Eigentümlichkeiten der Neuropteren und der Pseudoneuropteren in sich vereinigen soll. 6) *Xenoneura antiquorum* (von Sc. zu den Neuropteren gestellt), ein Flügelfragment mit feinen Streifen an der Basis, welche vermuten lassen, daß dieses Insekt schon ein Stimmorgan besaß.

Erst die karbonischen Schichten haben, wie erwähnt, genügendes Material geliefert, um ein wirkliches Bild von der damaligen Insektenfauna zu entwerfen.

I. *Orthoptera.* — Diesen werden gewöhnlich auch die Thysanuren zugerechnet, die in mancher Hinsicht einen ursprünglichen Insektentypus darstellen. Hierher gehört *Dasyleptus Lucasi* Brgt., in etwa 50 Stücken aus Commentry vertreten. Durch seinen cylindrischen Körper, die kurzen Antennen und Klauen u. s. w. gleicht er den heutigen *Lepisma* uud *Machilis*, von denen er sich hauptsächlich nur dadurch unterscheidet, daß das verschmälerte Abdomen bloß mit einer vielgliederigen Borste endigt.

[1] Revue scientif. 3. sér. t. 36, S. 275—278.

[2] Im Prospekt zum 5. Hefte seiner ausgezeichneten „Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens", Prag 1885, teilt Prof. A. Fritsch vorläufig mit, daß aus diesen Schichten auch 2 Gattungen Krustaceen, 4 Arten *Julus* nebst mehreren Insektenarten, im ganzen 11 Arten Arthropoden vorliegen, die später genau bearbeitet werden sollen.

Die *Palaeoblattariae* Scudd. (zu denen also auch die mittelsilurische *Palaeoblattina* gehört) waren in zahlreichen Gattungen und Arten vorhanden, meist von ansehnlicher Größe, aber wenig von den rezenten Blattiden abweichend.

Eine Anzahl Formen, welche Analogien mit unsern Heuschrecken darbieten, vereinigt Verfasser in der Familie der *Palaeacridiodea*. Bei *Oedischia* Brgt. sind die Schenkel des dritten Beinpaares aufgeblasen wie bei Locustiden. Auch die von Mantell abgebildete *Protogryllacris Brongniarti* gehört hierher. *Sthenarocera* und *Caloneura* sind 6—11 cm lange Tiere mit gedrungenem Körper, langen kräftigen Antennen, langen Beinen und ziemlich schmalen, verlängerten Flügeln, deren Form und Nervatur an *Pachytylus* (Wanderheuschrecke) erinnert. Bei *Caloneura* sind die Adern merkwürdigerweise von farbigen Streifen eingefaßt.

II. *Neurorthoptera*. Diese neue Ordnung schiebt Verf. zwischen die Gerad- und Netzflügler ein, um die Unterordnungen *Neurorthoptera* s. str. Brgt. und *Palaeodictyoptera* Goldenberg aufzunehmen. — Jene sind große Insekten mit kräftigen, durch ein ziemlich weitmaschiges Netz verbundenen Adern, den *Phasmidae* ähnlich in der Form des Körpers, nicht aber in der Nervatur der Flügel; immerhin mögen letztere von ihnen abstammen. Ihre Familien sind: a) *Protophasmidae* Brgt. mit *Protophasma* Brgt., *Lithophasma* Brgt. (irriger Weise *Lithosialis* genannt), *Titanophasma* Brgt., 28 cm lang, und *Archegogryllus* Scudd.; b) *Sthenaropteridae* Brgt. mit *Meganeura Monyi* Brgt. (großer Flügel von 33 cm Länge, den Brgt. früher als *Dictyoneura Monyi* beschrieben hatte), *Archaeoptilus ingens* Scudd. und *A. Lucasi* Brgt. (25—30 cm lange Flügel), endlich *Megathentomum* Goldenberg.

Die *Palaeodictyoptera* Gldbg. weichen bedeutend von den Formen der Jetztzeit ab. Sie umfassen die Familien: a) *Stenodictyopteridae*: Körper gedrungen, breit, Beine kräftig, von mäßiger Länge, Flügel verlängert, ziemlich schmal, von beinahe geraden Adern durchzogen, die durch ein sehr regelmäßiges und feines Netz verbunden werden, was einigermaßen an die Flügel unserer Libellen erinnert. Dahin *Eugereon Boeckingii* Gldbg., *E. Heeri* Brgt., *Scudderia* Brgt. (große Insekten mit 7—9 cm langen Flügeln), *Megaptilus Blanchardi* Brgt. (ein Flügel von 20 cm Länge und 5 cm Breite) und *Dictyoneura Goldenbergi* Brgt., die besonders gut erhalten ist: der Kopf sehr dick, die drei Brustsegmente beinahe gleich groß und stark gewölbt; das Abdomen, 4,5 cm lang, trägt am Ende zwei vielgliederige Borsten und zwei vorwärtsgekrümmte Haken, außerdem blattförmige Anhänge am dritten und vorletzten Hinterleibsring. Beine kurz, kräftig, kantig und mit Dornen besetzt. Flügel nicht sehr breit (2,5 cm), mit eigentümlicher Nervatur, das feine Netz gleicht dem der vorigen Gattungen; über die Flügel liefen breite farbige Streifen. — b) *Hadrobrachypoda* Brgt.: vielleicht Vorfahren der Termiten, aber jedenfalls eine eigene Gruppe bildend. Der ziemlich breite Kopf ist mit starken Mandibeln bewaffnet, Antennen kurz. Beine kurz und gedrungen, Flügel verlängert, schwach sichelförmig, von feinen Adern durchzogen, manchmal noch mit hellbrauner Färbung geschmückt. (Gattungen sind nicht genannt.) — c) *Platypteridae* Brgt.: ganz neue Formen mit breiten,

am Ende meist abgerundeten Flügeln, im Umriss denen der *Protophasmidae* ähnlich, aber mit total anderer Nervatur, indem die Nerven in ziemlich weiten Abständen voneinander verlaufen und das Pigment oft eine sehr schöne Zeichnung darstellt. Der Körper ist weniger verkürzt als bei den vorhergehenden; am Ende eines wohlerhaltenen Abdomens bemerkt man zwei Endborsten. Die Tiere sind immerhin ziemlich groß, ihre Flügel 5—8 cm lang. (Verf. gibt die Abbildung der prächtig gezeichneten Flügel von *Lampropilia Grand'Eurgi* Brgt.; andere Gattungen sind nicht genannt.) —

III. Eine Anzahl anderer Insekten läßt sich bei den *Pseudoneuroptera* unterbringen; es sind die Familien: 1) *Megasecopteridae*: dicker Körper, meist kleiner Kopf, das Abdomen endigt mit zwei langen, vielgliederigen, dicht behaarten Anhängen, Vorder- und Hinterflügel beinahe gleich, ziemlich lang und an der Basis verschmälert, Nerven weit von einander entfernt verlaufend und durch ein weitmaschiges Adernetz verbunden, was den Flügeln ein sehr auffallendes Aussehen gibt; bei einigen Formen bemerkt man am Abdomen kleine Plättchen, welche der Atmung gedient haben müssen. Bei den Gattungen *Protocapnia* Brgt., *Brodia* Scudd., *Trichaptum* Brgt., *Campyloptera* Brgt. sind die Flügel meist mit unregelmäßig verteilten farbigen Flecken geziert. *Sphecoptera* Brgt. hat sehr schmale, auf langen Stielen stehende, stark ausgefranste Flügel von dunkler Färbung, mit kleinen farblosen Kreisen besetzt. Auch die von Preudhomme de Borre beschriebene *Bregeria borinensis* gehört wohl hierher. *Woodwardia* Brgt. mit drei wundervoll erhaltenen Arten charakterisiert sich durch einen kleinen, scharf vom Thorax getrennten Kopf, cylindrisches Abdomen mit zwei langen Endfäden, 9 cm lange, dreieckige dunkle Flügel mit einzelnen kleinen rundlichen helleren Flecken. *Corydaloides* Brgt. endlich umfaßt etwas kleinere Formen von 4—5 cm Körperlänge und etwa 10 cm Spannweite der reichlich geaderten, aber farblosen Flügel. Außerdem findet sich hier an jedem Hinterleibsring seitlich ein Paar Atemplatten, in denen sich Tracheen verzweigen; zugleich aber trägt jeder Ring sein Stigmenpaar. Diese Insekten müssen also amphibisch gelebt und bald gasförmige, bald im Wasser gelöste Luft geatmet haben, ein Verhalten, das man heute nur von einem Neuropter, *Pteronarcys regalis*, kennt. —

2. Fam. *Protodonata* Brgt. mit der Ahnenform der heutigen Libellen: *Protagrion* Brgt., deren Flügel 10 cm Länge und 2 cm Breite erreichen. — 3. Fam. *Homothetidae* Scudd., kleinere Tiere mit schlankerem Körper, Flügel breiter angesetzt, Nervatur feiner, Äderchen zahlreicher. — 3 weitere Familien umfassen die Vorfahrentypen der heutigen Ephemeriden, Perliden und Myrmeleoniden [welche letzteren gegenwärtig allgemein unter die echten Neuropteren gerechnet werden].

IV. Die *Hemiptera* oder *Rhynchota* sind in der Primärzeit bisher nur durch Formen vertreten, die man als Vorläufer unserer Fulgoriden und Cicadelliden betrachten kann, also durch *Homoptera*. — Als dem heutigen »Laternenträger« *(Fulgora)* sehr nahestehend hat schon Goldenberg 2 Arten *Fulgorina* beschrieben, zu denen sich 3 neue aus Commentry gesellen. Ferner *Rhipidioptera elegans* Brgt. mit von der Ansatzstelle

des Flügels ausstrahlenden Adern; *Dictyocicada*, *Palaeocixeus* und *Protocixius*, unseren Kleinzirpen nächstverwandt; endlich *Phthanocoris occidentalis*, welche Scudd. zu den echten Wanzen (Heteropteren) stellte, während Verf. sie zu einem aus Bolivia stammenden Homopter (*Pacocera*) in Beziehung bringt.

Zum Schluß erinnert Brongniart nochmals daran, daß diese paläozoischen Formen im Vergleich zu ihren lebenden nächsten Verwandten, die vorzugsweise in den Tropen vorkommen, zumeist ansehnlich groß erscheinen und dadurch auch mit den Maßverhältnissen der damaligen Pflanzenwelt harmonierten.

Litteratur und Kritik.

The law of heredity. A study of the cause of variation and the origin of living organisms. By W. K. Brooks, Associate in Biology, Johns Hopkins University. Baltimore, 1883. (XII u. 336 S.)[1]

Den Versuchen Darwin's, durch seine Pangenesis, Häckel's, durch seine Perigenesis der Plastidule die Thatsachen der Vererbung dem Verständnis näher zu bringen, hat W. K. Brooks einen neuen nicht minder geistvollen und wohldurchdachten, aber auch, fürchte ich, nicht minder erfolglosen Versuch folgen lassen. Nach einleitenden Betrachtungen (Kap. I) und einem geschichtlichen Rückblicke (Kap. II u. III), in welchem die Ansichten von Bonnet und Haller, von Buffon, Häckel, Jäger und Darwin besprochen und deren Mängel nachgewiesen werden, entwickelt Verf. (Kap. IV) seine eigene »neue Theorie der Vererbung«, die mit seinen eigenen Worten (S. 81) wiedergegeben werden mag. »Die Vereinigung von zwei geschlechtlichen Elementen gibt Veränderlichkeit. Konjugation ist die ursprüngliche Form der geschlechtlichen Fortpflanzung. Hier sind die Funktionen der beiden Elemente gleich und die Vereinigung den Körpern zweier Eltern entstammender Teile sichert einfach die Veränderlichkeit der Nachkommen.

»Bei allen vielzelligen Lebewesen sind das Ei und die männliche Zelle allmählich in verschiedenen Richtungen spezialisiert worden.

»Das Ei ist eine Zelle, welche allmählich einen verwickelten Bau erworben hat und welche materielle Teilchen irgend einer Art enthält, die jede der erblichen Eigentümlichkeiten der Art vertreten.

»Das Ei ist gleich anderen Zellen fähig, seinesgleichen zu erzeugen, und von ihm gehen nicht nur während seiner Entwickelung die vielgestaltigen Zellen des Lebewesens aus, sondern auch ihm selbst gleiche Zellen.

»Die Eierstockseier der Kinder sind diese letzteren Zellen oder deren direkte unmodifizierte Nachkommen.

[1] Vergl. hierzu auch Kosmos 1885. II. 142: Ein neues Gesetz der Variation, von Dr. C. Düsing.

»Jede Zelle des Körpers ist, in morphologischem Sinne, ein unabhängiges Einzelwesen. Sie hat das Vermögen, zu wachsen, durch Teilung ähnlichen Zellen den Ursprung zu geben und winzige Keime abzuscheiden (»to throw off minute germs«). Während der Entwickelung der Art hat sie durch Naturauslese unterscheidende Eigenschaften und Leistungen erworben, welche den Bedingungen, unter denen sie sich befindet, angepaßt sind. Solange diese Bedingungen unverändert bleiben, verrichtet sie ihre eigentümlichen Leistungen als Teil des Körpers; aber wenn durch eine Veränderung in ihrer Umgebung ihre Leistung gestört wird und ihre Lebensbedingungen ungünstig werden, scheidet sie kleine Teilchen ab, welche die Keimchen (»gemmules«) dieser besonderen Zelle sind.

»Diese Keimchen können sich in alle Teile des Körpers verbreiten. Sie können zu einem Eierstocksei oder zu einer Knospe vordringen, aber die männliche Zelle hat allmählich als ihre besondere und unterscheidende Leistung das eigentümliche Vermögen erworben, Keimchen an sich zu ziehen und anzusammeln.

»Wenn das Ei befruchtet wird, so vereinigt sich jedes Keimchen mit dem Teilchen des Eies, welches bestimmt ist, in dem Kinde diejenige Zelle hervorzubringen, die der, welche das Keimchen erzeugte, entspricht; oder sonst vereinigt es sich mit einem engverwandten Teilchen, das eine engverwandte Zelle hervorzubringen bestimmt ist.

»Wenn diese Zelle im Körper des Kindes sich entwickelt, wird sie ein Mischling (»hybrid«) sein und deshalb Neigung haben abzuändern.

»Da die Eierstockseier der Kinder durch direkte Ererbung alle Eigenschaften des befruchteten Eies teilen, werden die Lebewesen, die aus ihnen schließlich hervorgehen, Neigung haben, in gleicher Weise abzuändern.

»Eine Zelle, die so abgeändert hat, wird fortfahren, Keimchen abzuscheiden und so die Veränderlichkeit auf den entsprechenden Teil im Leibe aufeinanderfolgender Generationen von Nachkommen zu übertragen, bis eine günstige Abänderung durch Naturauslese festgehalten wird.

»Da das Ei, aus welchem das so auserlesene Lebewesen hervorging, dieselbe Abänderung durch direkte Vererbung auf dessen Eierstockseier übertragen wird, wird die betreffende Eigentümlichkeit zu einer erblichen Eigentümlichkeit der Rasse und wird von den ausgewählten Einzelwesen und ihren Nachkommen ohne Keimchen fortgepflanzt und übertragen werden.

»Nach dieser Ansicht ist der Ursprung einer neuen Abänderung weder rein zufällig noch auch dem direkten und bestimmten umwandelnden Einflusse veränderter Lebensbedingungen zuzuschreiben. Ein Wechsel in der Umgebung einer Zelle veranlaßt sie, Keimchen abzuscheiden und so auf die Nachkommen die Neigung zu übertragen, in dem von dem Wechsel betroffenen Teile abzuändern.

»Das Vorkommen einer Abänderung ist bedingt durch die direkte Einwirkung äußerer Bedingungen, aber der besondere Charakter derselben ist es nicht. Meine Ansicht über die Ursache der Abänderung liegt, wie man sieht, mitten inne zwischen der von Darwin angenommenen und der von Semper und anderen Lamarckianern vertretenen.«

Da der Ausgangspunkt der Theorie, die Annahme, daß den männlichen und weiblichen Zeugungsstoffen eine verschiedene Rolle bei der Vererbung zukomme, der herrschenden Ansicht zuwiderläuft, daß jedes Geschlecht alle seine Eigentümlichkeiten auf die Nachkommen übertragen könne, sucht Verf. zunächst (Kap. V) darzuthun, daß diese Ansicht unbewiesen und unbeweisbar sei; er faßt seine hierauf bezüglichen Erörterungen in folgender Weise zusammen (S. 117): »Eine sorgfältige Prüfung der Gründe, welche verschiedene Forscher zu dem Glauben veranlaßt haben, jedes der beiden geschlechtlichen Elemente könne jede beliebige Eigentümlichkeit übertragen, führt zu dem Schlusse, daß dessen Wahrheit nicht bewiesen ist. Es ist unmöglich, sie durch die Erscheinungen der Kreuzung zu beweisen, da die einzigen Tiere, die man zur Kreuzung bringen kann, im wesentlichen gleich und nur in kleineren Punkten verschieden sind. Die Homologie zwischen Ei und männlicher Zelle ist kein Grund, ähnliche Leistungen derselben vorauszusetzen, und die zwischen ihnen bestehenden Verschiedenheiten sollten uns glauben lassen, daß ihre Leistungen nicht die gleichen sind. Es ist kein Grund, anzunehmen, jedes Geschlecht übertrage seine gesamte Organisation, um dadurch die latente Übertragung sekundärer Geschlechtsmerkmale erklären zu können, da diese Übertragung einfacher erklärt werden kann durch die Annahme, daß jeder Embryo alle bezeichnenden Eigentümlichkeiten seiner Art ererbe, aber nicht notwendig entwickle. Rückschlag und Generationswechsel lassen eine ähnliche Erklärung zu. Wir können deshalb schließen, daß es keinen Beweis dafür gibt und geben kann, daß jedes geschlechtliche Element alle Eigentümlichkeiten der Eltern übertrage, und daß a priori kein Widersinn in der Voraussetzung liegt, die männlichen und weiblichen Zeugungsstoffe seien ungleich in ihrer Leistung und in verschiedenen Richtungen spezialisiert.«

Zur Darlegung der diese letztere Voraussetzung stützenden Beweismittel übergehend führt Verf. zunächst als die wichtigsten (Kap. VI) die von der Bastardzeugung gebotenen vor. »Das Studium der Bastarde und der Kreuzungen ist von besonderem Werte für uns, da es uns ein, freilich etwas unvollkommenes Mittel bietet, in dem Baue der Kinder das zu erkennen, was es jedem der Eltern dankt. Bei der gewöhnlichen geschlechtlichen Fortpflanzung von Tieren oder Pflanzen derselben Rasse sind die Eltern, von den Geschlechtsverschiedenheiten abgesehen, fast genau gleich, und da fast jede Eigenheit im Baue des Jungen nur eine beiden Eltern gemeinsame Eigenheit wiederholt, so verrät uns nichts, ob sie eher von dem einen oder dem anderen ererbt ist. Werden verschiedene Rassen oder Arten gekreuzt, so ist der Fall etwas verschieden. Freilich sind die beiden Eltern einander noch sehr ähnlich, denn nur sehr nahe verwandte Arten können zur Kreuzung gebracht werden. Immerhin sind sie verschiedener voneinander als Einzelwesen derselben Art und das Studium der Kreuzungen und der Bastarde bietet daher ein Mittel, um in gewissen Grenzen den Einfluß des einen Erzeugers von dem Einflusse des anderen zu trennen. Dies gilt jedoch nur in bezug auf neu erworbene Eigentümlichkeiten, denn der größere Teil der Geschichte zweier verwandter Arten ist derselbe gewesen, und gemeinsam ist ihnen

alles bis auf das, was von jeder erworben wurde, seit sie sich von ihren gemeinsamen Ahnen trennten. Kreuzung läßt uns nicht sehen, ob diese gemeinsamen Merkmale von einem der Erzeuger oder von dem anderen oder von beiden übertragen werden oder nicht; aber sie bietet uns diese Aufklärung für Merkmale, welche in der einen Art auftreten, aber nicht in der anderen, und ist deshalb das beste zu unserer Verfügung stehende Mittel, den Einfluß jedes Erzeugers auf die Nachkommenschaft zu erforschen« (S. 118). Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet Verf. der Reihe nach die Kreuzung als Ursache der Abänderung, — die im Vergleiche mit der ersten Generation größere Veränderlichkeit der Nachkommen der Mischlinge, — den Einfluß des Geschlechtes der Eltern auf die Veränderlichkeit der Mischlinge, — die wechselseitige Kreuzung (reciprocal hybrids), — beleuchtet dann die Schwierigkeiten, die seiner Theorie erwachsen aus der Übertragung von Eigenschaften beider Eltern, die im Kinde nebeneinander bestehen, ohne zu verschmelzen, und schließt mit einer Erörterung der Kreuzung als Ursache des Rückschlages.

Es folgen dann die aus den Erscheinungen der Abänderung (Kap. VII), aus den sekundären Geschlechtsmerkmalen (Kap. VIII u. IX) und aus den geistigen Verschiedenheiten von Mann und Weib (Kap. X) entnommenen Beweise. Nach dieser umfangreichen Gründung seiner Theorie weist Verf. (Kap. XI) darauf hin, daß dieselbe eine Ergänzung der Lehre von der Naturauslese bilde und für manche Schwierigkeiten der letzteren eine einfache Lösung biete. Ein zusammenfassender Rückblick (Kap. XII) bildet den Schluß des Buches.

Merkwürdigerweise hat Verf. die Hauptstützen seiner Theorie und namentlich alle einigermaßen direkten Beweise derselben auf einem Gebiete gesucht, dem der Pflanzenmischlinge, auf welchem ihm eigene Erfahrungen vollständig abzugehen scheinen[1]. — Die Veränderlichkeit der Mischlinge reiner Arten wird von Gärtner, dessen Versuche sich auf mehr als zweihundert Arten und über mehr als zwanzig Jahre (1825 bis 1848) erstreckten, aufs entschiedenste in Abrede gestellt: »Wir haben es als konstantes Gesetz der Bastardzeugung gefunden, daß die aus der ursprünglichen Bastardbefruchtung mit zwei reinen Arten erzeugten Samen lauter Samenpflanzen von gleicher Gestalt hervorbringen und daß, so oft man auch die Bastardbefruchtung mit den nämlichen Arten wiederholen mag, immer wieder dieselben Bastardpflanzen gebildet werden« (Bastarderzeugung, S. 235). Eine Ausnahme bilden nur seit längerer Zeit angebaute Arten, die ja auch ohne Mischung mit anderen keine gleichförmige Nachkommenschaft zu liefern pflegen, für die es also keiner neuen Theorie bedarf, um die Veränderlichkeit ihrer Mischlinge zu erklären. Meine eigenen, allerdings wenig ausgedehnten Erfahrungen lehren dasselbe; nur zweimal sah ich aus der Kreuzung zweier Arten Mischlinge hervorgehen, die merklich von einander verschieden waren. In dem einen Falle war die Mutterpflanze das von mir am Capivary

[1] Selbst Gärtner's grundlegendes Werk „über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich" ist dem Verf. nur durch die wenigen in Darwin's „Variation" gegebenen Mitteilungen bekannt geworden, wie ein letzterem Buche entlehntes irrtümliches Citat beweist.

entdeckte *Abutilon Darwinii* und zwar eine Pflanze, deren aus Samen derselben Frucht gezogene Geschwister selbst nicht unerhebliche Verschiedenheiten zeigten, der Vater aber war eine hier nicht heimische Gartenpflanze, das *Abutilon striatum*. Mehr als dreißig andere *Abutilon*-Bastarde waren vollkommen gleichförmig. In dem anderen Falle waren beide Eltern Gartenpflanzen (*Hedychium*) und die Mutterpflanze vielleicht nicht einmal eine reine Art.

Daß die Abkömmlinge der Mischlinge in der Regel mehr oder minder veränderlich sind, gibt auch GÄRTNER zu; die meisten Bastarde, sagt er, »bringen aus den Samen der zweiten und der weiteren Generationen verschiedene, von dem normalen Typus abweichende Formen, d. i. Varietäten hervor; . . . . sie arten auf verschiedene Art aus« (a. a. O. S. 422). Daß dieses Verhalten aber ohne des Verf. neue Theorie »absolut unerklärlich« sei, wie dieser meint, kann wohl kaum zugestanden werden. Im Gegenteil liegt die Erklärung sehr nahe und ist auch bereits von DARWIN gegeben worden: »Bastarde in der ersten Generation stammen ab von Arten, welche (lang angebaute ausgenommen) in ihren Fortpflanzungswerkzeugen nicht irgendwelchen störenden Einfluß erlitten haben und sie sind nicht veränderlich; aber bei den Bastarden selbst sind die Fortpflanzungswerkzeuge ernstlich gestört und ihre Nachkommen sind in hohem Grade veränderlich«[1]. Bei den meisten Bastarden ist bekanntlich (und sie sind oft an diesem Merkmale als solche zu erkennen) der Blütenstaub unvollkommen ausgebildet; die einzelnen Körner sind von ungleicher Größe, einzelne ganz taub und verschrumpft. Wenn nun auch, gegen des Verf. Meinung, der Blütenstaub alle Eigentümlichkeiten des Vaters überträgt, so wird man doch diese Leistung nur von gesundem Blütenstaube erwarten dürfen; in verschiedenem Grade unvollständig ausgebildeter Blütenstaub wird dies nicht vermögen, er wird ein vielgestaltiges Gemisch von Abkömmlingen erzeugen. Daß diese Erklärung die richtige sei, wird bestätigt durch GÄRTNER's Erfahrung, daß »mehrere ausgezeichnet fruchtbare Bastarde sich gleich den reinen Arten von selbst mit unverändertem Typus fortpflanzen« (a. a. O. S. 421); GÄRTNER selbst sucht die Erklärung dieser Fälle darin, »daß die Integrität und Kraft der Befruchtungsorgane und die daraus folgende Fruchtbarkeit die Entstehung verschiedener Typen aus einer Zeugung verhindert« (a. a. O. S. 445). Dasselbe beweisen über dreißig von mir gezogene *Abutilon*-Mischlinge, die vollkommen fruchtbar waren, vollkommen ausgebildeten, gleichförmigen Blütenstaub besaßen und deren Abkömmlinge keine Spur von Veränderlichkeit zeigten.

Für den Einfluß des Geschlechtes der Eltern auf die Veränderlichkeit der Bastarde beruft sich Verf. ebenfalls auf GÄRTNER, aus dessen Versuchen allerdings hervorgeht, daß, wenn »hybride Ovula und Pollen von einer reinen Art miteinander in Wirksamkeit kommen, daraus eine geringe Zahl von verschiedenen Typen hervorgehen. Kommen nun Eichen von einer reinen Art mit dem Pollen eines Bastards in Berührung, so

[1] Darwin, Origin of species. 4th Edit. pag. 332.

entsteht eine bedeutend größere Anzahl von verschiedenen Typen« (a. a. O. S. 513). Die einfache Ursache ist wie im vorigen Falle in dem nicht vollkommen ausgebildeten, nicht gleichförmigen hybriden Pollen zu suchen. Daß dem so sei, zeigte eine ganze Reihe von *Abutilon*-Mischlingen, die durch Bestäubung sei es einer der Stammarten, sei es einer dritten Art mit Blütenstaub eines Mischlings erhalten wurden. Die betreffenden, als Väter dienenden Mischlinge waren vollkommen fruchtbar, hatten gesunden, gleichförmigen Blütenstaub und vollkommen gleichförmig waren auch die durch diesen Blütenstaub erzeugten Nachkommen.

Eine weitere Stütze seiner Theorie findet Verf. in der wechselseitigen Kreuzung zweier Arten. »Wenn das Männchen der Art *A* mit dem Weibchen von *B* gekreuzt wird, so ist der Abkömmling ein ganz anderes Wesen als das, welches von *A* als Mutter dem Vater *B* geboren wird« (S. 126). Schade nur, daß dies nur für einige wenige Tiere nachgewiesen ist, daß dagegen GÄRTNER, der sich auf »Tausende von Erfahrungen« berufen durfte, als allgemeines Gesetz für die Pflanzenwelt ausspricht (a. a. O. S. 222), daß bei Wechselkreuzungen »die aus der einen wie aus der anderen Befruchtung erhaltenen Samen Pflanzen von der vollkommensten Ähnlichkeit hervorbringen: so daß die verschiedene Entstehung und Abstammung bei der sorgfältigsten Untersuchung der beiderlei Bastarde in Beziehung auf ihre Bildung und Typus nicht den geringsten Unterschied darbietet und auch der geübteste Kenner einer hybriden Art nicht im stande ist, den Ursprung des Bastards nach dem Geschlechte der Eltern zu unterscheiden.« Und dies gilt nicht nur für einfache Bastarde, es gilt auch für die aus der Verbindung solcher Bastarde mit ihren Stammeltern hervorgegangenen Mischlinge. (GÄRTNER a. a. O. S. 505.) So sind die Mischlinge *A. AB*, *A. BA* und *AB. A* vollkommen gleich, wie GÄRTNER durch verschiedene Beispiele nachweist und wie auch ich an *Abutilon*-Mischlingen bestätigt fand. »Nicht die Art der Verbindung oder die Ordnung, in welcher die Arten miteinander verbunden werden, bestimmt die Formen und Typen, sondern der quantitative Beitrag, welchen der eine oder der andere Faktor zur Verbindung hergibt.« — Diese Thatsachen sind verhängnisvoll für des Verf. Theorie, derzufolge eine solche Übereinstimmung aus Wechselkreuzung hervorgehender Mischlinge unmöglich wäre. Hätte die Art *A* die Eigenschaften $\alpha + a + C$, die Art *B* die Eigenschaften $\beta + b + C$, wobei α, β jüngst erworbene, vorzugsweise durch das Männchen, a, b ältere, ausschließlich durch das Weibchen übertragbare, die Arten unterscheidende, *C* die ältesten für beide Arten gemeinsamen Eigenschaften bezeichnen mögen, so würden die Kinder von $A\,♀$ und $B\,♂$ die Eigenschaften $\beta + a + C$, die Kinder von $B\,♀$, $A\,♂$ die Eigenschaften $\alpha + b + C$ haben müssen; sie müßten in allen die Eltern unterscheidenden Eigenschaften, älteren sowohl wie neueren, sich selbst unterscheiden, nur daß dieselben bei ihnen in anderer Weise verteilt sein würden als bei den Eltern.

Ich unterlasse es, auf die übrigen Beweismittel des Verf. näher einzugehen. Nur eine Frage sei noch gestattet: Wie konnte ein geschlecht-

lich sich fortpflanzendes Thier, wenn es durch seine männlichen Keimzellen mit einer besonderen Vorrichtung ausgerüstet ist, um »Keimchen« zu fangen und durch deren Übertragung Abänderungen zu erzeugen, trotzdem, wie *Lingula*, vom Silur bis heute so gut wie unverändert bleiben, und wie konnte diese Vorrichtung, die in so langer Zeit keine Gelegenheit fand, sich zu bethätigen, trotzdem sich unverkümmert erhalten? —

Was Verf. (S. 132) von einigen durch seine Theorie schwer erklärbaren Fällen sagt, dürfte für viele den Gesamteindruck dieser neuen Erörterung der Vererbungsfrage wiedergeben: »die Erscheinungen sind so verwickelt, daß es kaum ratsam (safe) ist, darüber zu spekulieren«, solange nicht der Stand unseres Wissens ein völlig anderer geworden ist. Niemand aber wird die fesselnde, ebenso ruhige wie scharfsinnige Erwägung so mancher wichtigen Frage ohne Genuß lesen und das Buch ohne Dank für vielfache Anregung zu eigenem Nachdenken aus der Hand legen. Fritz Müller.

Das Terrarium, seine Bepflanzung und Bevölkerung. Ein Handbuch für Terrarienbesitzer und Tierhändler, von Joh. von Fischer. Mit 40 Holzschnitten. Frankfurt a. M., Mahlau & Waldschmidt. 1884. XV, 384 S. gr. 8°.

Wenn irgend etwas geeignet ist, dem verkehrten, grundlosen Abscheu der meisten Menschen vor allem kriechenden und nächtlichen Getier und der unsinnigen Verfolgung dieser zumeist so nützlichen Geschöpfe zu steuern, so ist es die Beobachtung und Pflege derselben in der Gefangenschaft, im Terrarium. Leider ist aber die Liebhaberei für letztere Einrichtung nur erst sehr vereinzelt zu finden, und unsere Tiergärten und Aquarien, welche am ehesten die Anregung dazu geben, die nötigen Erfahrungen sammeln und dem Liebhaber mit Rat und passendem Material an die Hand gehen könnten, haben bisher diese Seite ihrer Aufgabe noch fast gar nicht berücksichtigt. Von den öffentlichen und staatlichen Museen haben wir dergleichen vollends nicht zu erwarten. Um so dankbarer ist das vorliegende Buch zu begrüßen. Der Verf., durch seine zahlreichen Originalbeiträge zum »Zoologischen Garten« längst als ausgezeichneter Beobachter und erfahrener Pfleger namentlich der Reptilien und Lurche rühmlichst bekannt, hat darin alles mitgeteilt, was zu wissen nötig ist, um für die verschiedensten Bewohner taugliche Terrarien einzurichten, zu besetzen und erfolgreich zu warten. Er hat damit für seinen Gegenstand dasselbe geleistet, was etwa Karl Russ durch seine zahlreichen Schriften für die Vogelwelt. Möge ihm auch ein entsprechender Erfolg beschieden sein!

Die Einleitung schildert die Vorzüge und Annehmlichkeiten eines zweckmäßig eingerichteten Terrariums, die Genügsamkeit und leichte Zähmbarkeit der Kriechtiere und zeigt, wie der verbreitete Glaube von ihrer großen Hinfälligkeit nur durch die noch allgemein übliche Mißhandlung beim Fangen, Transportieren und Aufbewahren entstanden ist. Der I. Abschnitt sodann enthält vollkommen ausreichende Angaben darüber, wie

auch mit den einfachsten Mitteln ein passender Behälter für die Tiere und zugleich für die zum Gedeihen der letzteren so notwendigen Pflanzen sich herstellen läßt, auf welche Bedürfnisse, Gewohnheiten und Eigentümlichkeiten der Insassen dabei Rücksicht zu nehmen ist und wie demgemäß die verschiedenen Arten von Terrarien — kalte, temperierte und warme, je in trockener und feuchter Modifikation — einzurichten sind. Ein II. Abschnitt bespricht die Bepflanzung der Tierbehälter und zählt alphabetisch geordnet sämtliche Pflanzen auf, die hierzu geeignet sind, wobei auch wertvolle Winke über die Pflege mancher exotischer Gewächse, der insektenfressenden Pflanzen u. s. w. nicht fehlen. Der III. und umfangreichste Abschnitt endlich (S. 100—371) ist den Tieren des Terrariums gewidmet. In systematischer Reihenfolge sind sämtliche Arten und Varietäten besprochen, die sich überhaupt zu solcher Pflege eignen (Giftschlangen sind deshalb ausgeschlossen) und die jemals auf dem Tiermarkt erschienen sein mögen. Daß Verf. sich in den Angaben über das Gefangenleben und die Behandlung dieser Tiere, wie er ausdrücklich versichert, ganz auf eigene Beobachtungen und Erfahrungen beschränkt hat, haben wir nicht zu bedauern, da offenbar ein sachkundigerer Führer nirgends zu finden sein dürfte. — Im Anhang findet man noch diejenigen Pflanzen und Tiere zusammengestellt, die jeweils für die verschiedenen Kategorien von Terrarien passen, und ein reichhaltiges Register schließt das Ganze ab. So dient das Buch vortrefflich seinem Zweck; es bringt nicht zu viel und nicht zu wenig, sein Stil ist knapp und klar, und während es sich von blühenden Wendungen und rednerischen Ergüssen über das Seelenleben seiner verkannten Lieblinge fernhält, entbehrt es doch nicht einer gewissen Wärme, wie sie eben einem tieferen beobachtenden Eindringen in die niedere Tierwelt von selber entspringt und sich als immer wachsendes, zur Nacheiferung spornendes Interesse dem Leser mitteilt. Wir können das Buch jedem, der wirkliche praktische Belehrung über den Gegenstand sucht, nicht warm genug empfehlen. B. V.

Über die Umbildung der Melodie. Ein Beitrag zur Entwickelungslehre. Von Eduard Kulke. Prag, 1884. Calve-Beyer. 20 S. kl. 8^0.

Der etwas knappen, aber durch zahlreiche Notenbeispiele anschaulichen Schrift liegt folgender entwickelungsgeschichtlicher Gedanke zu Grunde: daß die Elemente, welchen die Musik entsprungen ist, einerseits die bloß intervallisch bestimmte, rhythmuslose Melodie und anderseits der melodielose Rhythmus sind. Erstere findet sich in der alten liturgischen Musik, welche ohne Rhythmik ist, letzterer im melodielosen Tanze. Aus der Differenzierung dieser einfachen Formen entstanden die melodischen Arten. Die heutige Musik ist im Begriffe, Melodie und Rhythmus in das ursprüngliche Koordinationsverhältnis zurücktreten zu lassen, und wir vermeinen in der Musik R. Wagner's die Melodie zu vermissen, weil sie uns in einer größeren Unabhängigkeit vom Rhythmus entgegentritt (p. 19).

Sch.

Bibliographie.[1]

a) Zeitschriften.

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, herausgegeben von **C. Th. v. Siebold, A. v. Kölliker** und **E. Ehlers**. 41. Band. 1884 1885. 1. Heft (4. Nov. 1884). Leipzig, W. Engelmann.

(1) E. Ehrenbaum: Untersuchungen über die Struktur und Bildung der Schale der in der Kieler Bucht häufig vorkommenden Muscheln. 2 Taf. S. 1—47. Bestätigt im wesentlichen die bis jetzt bei uns herrschende (von Kölliker und Leydig aufgestellte) Ansicht, daß alle Teile der Muschelschale durch (örtlich verschiedene) secernierende Thätigkeit der Mantelepithelzellen entstehen sollen, im Gegensatz zu Carpenter, Huxley und Tullberg, welche die ganze Schale oder wenigstens die sogen. Epicuticula (oder „Epidermis") durch „chemische Metamorphose der oberflächlichen Zone" der betreffenden Zellkörper entstehen lassen. Wichtig ist der Nachweis, daß die innere oder Perlmutterschicht nicht überall scharf von der äußeren oder Prismenschicht abgegrenzt ist, sondern z. B. bei *Cardium* allmählich in dieselbe übergeht. Über den Vorgang der Sekretion der Schalensubstanzen selbst erfahren wir nichts Neues, dagegen wird gezeigt, wie die Ausscheidung der Epicuticula zu stande kommt. Die sogen. „durchsichtige Substanz", welche an den Ansatzstellen der Muskeln, besonders des großen Schließmuskels, an die Schale gangartig in die Perlmutterschicht eindringt, wird „wahrscheinlich" von den spindelförmigen Muskelzellen selbst secerniert (?); wenigstens sollen die in mehrere Ausläufer zerfaserten Muskelzellen an ihren distalen, gegen die Schale gerichteten Enden von feinen Cuticularsäumen bedeckt erscheinen. — In Zusammenhang mit einer neueren Arbeit von Felix Müller wird die vorliegende nochmals zur Sprache kommen.

(2) W. A. Silliman: Beobachtungen über die Süßwasserturbellarien Nordamerikas. 2 Taf. S. 48—78. — Dieselben beziehen sich allerdings nur auf einen kleinen Bezirk (Monroe County) im Staate New York, geben aber doch einen neuen Beitrag zur Feststellung der Thatsache, daß die Fauna niederer Tiere des Süßwassers auch in entfernten Ländergebieten und Kontinenten eine große Gleichförmigkeit zeigt, zum Teil wohl, wie Verf. betont, wegen der Leichtigkeit ihrer Verbreitung, zum Teil aber gewiß auch deshalb, weil viele dieser Formen sich seit der Zeit, wo die heute vorhandenen trennenden Meere, Gebirgsketten, Wüsten u. s. w. noch nicht bestanden, nahezu unverändert forterhalten haben. Hier werden unter 21 Arten mindestens 7 als Bürger der alten wie der neuen Welt nachgewiesen. Auch das Zusammenleben bestimmter Tierformen in Gesellschaften scheint hier wie dort ziemlich gleich zu sein. — Außerdem werden in dieser Ar-

[1] In diesem Abschnitt werden wir alle uns irgendwie zugänglichen neueren Erscheinungen aufführen, die für unsere Leser Interesse haben können. Wo es wünschenswert erscheint und ein besonderes Referat nicht unmittelbar in Aussicht steht, soll dem Titel eine kurze Inhaltsangabe folgen. Wir greifen einstweilen bei den Zeitschriften durchschnittlich bis auf Juli vorigen Jahres, bei Büchern und Sonderabzügen noch weiter zurück. Der eingehenderen kritischen Besprechung der hier angezeigten Arbeiten in der „Wissensch. Rundschau" oder unter „Litteratur und Kritik" soll hiermit in keiner Weise vorgegriffen oder Abbruch gethan werden. In diesem Heft kann nur eine vorläufige Probe der Form, unter welcher die „Bibliographie" erscheinen soll, Platz finden. Die Redaktion.

heit zahlreiche anatomische Einzelheiten neu mitgeteilt oder genauer als bisher beschrieben.

(3) Rich. Kraushaar: Entwickelung der Hypophysis und Epiphysis bei Nagetieren. 1 Taf. S. 79—98. — Für Meerschweinchen und 3 Arten *Mus* wird ebenso, wie Mihalkovics es für das Kaninchen gethan, nachgewiesen, daß die Hypophysis zum größten Teil (der sogenannte Vorderlappen) durch Abschnürung eines Divertikels von der primitiven Mundbucht, der Hinterlappen dagegen aus dem Boden des Zwischenhirns entsteht, worauf beide durch Gefäß- und Bindegewebswucherung eine drüsige Struktur erlangen, und daß auf ganz ähnliche Weise und mit gleichem Endresultat die Epiphysis sich aus einem vorgestülpten hohlen Fortsatz der Decke des Zwischenhirns entwickelt. Beide Organe werden als ererbte, aber bei allen Wirbeltieren in Rückbildung begriffene Teile bezeichnet, gleichzeitig aber zur Erklärung namentlich der Abschnürungsvorgänge auf mechanische Ursachen, welche durch die Kopfbeuge, die Anlage der Schädelbasis u. s. w. gegeben seien, hingewiesen.

(4) R. Kultschizky: Zur Lehre vom feineren Bau der Speicheldrüsen. 1 Taf. S. 99—106.

(5) L. v. Graff: Zur Naturgeschichte des Auerhahnes (*Tetrao urogallus* L.). 1 Taf. S. 107—115. — Die bekannte Taubheit des Auerhahnes während des Balzens beruht nicht, wie W. Wurm meinte, auf Kompression des Gehörgangs durch den Processus angularis des Unterkiefers bei weit geöffnetem Schnabel, sondern ausschließlich auf starker Schwellung des von der Hinterwand des Gehörgangs in denselben hineinragenden erektilen Gewebes, wodurch jener völlig verschlossen wird; und diese Schwellung, die zum Teil schon durch die allgemeine Erregung veranlaßt sein mag, erreicht ihr Maximum jedenfalls durch die bedeutende Blutstauung im Kopfe in den Augenblicken des heftigsten und anhaltendsten Blasens und Schreiens. Noch stärker ist die gleiche Bildung beim Truthahn entwickelt, wie v. Tröltsch schon 1867 bemerkt hatte; dagegen findet sie sich bei Auer- und Truthenne nur unbedeutend entfaltet und beim Haushahn und -huhn in ganz rudimentärem Zustande. (Vergl. die spätere Entgegnung von Wurm ebenda.)

(6) M. A. Schulgin: *Argiope Kowalevskii*, ein Beitrag zur Kenntnis der Brachiopoden. 2 Taf. S. 116—141. — Neben den 2 bekannten Arten der Gattung werden 3 neue beschrieben und dann sämtliche Organe genau geschildert. Wir werden die Arbeit demnächst in Zusammenhang mit einer Abhandlung von A. E. Shipley über denselben Gegenstand näher beleuchten.

(7) R. Bergh: Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Melibe* Rang. 1 Taf. S. 142—154. — Der ausführlichen Beschreibung von *Melibe papillosa* aus dem japanischen Meere gehen u. a. folgende allgemeine Bemerkungen voraus: Die Meliben (beinahe monströs gestaltete Nacktschnecken mit kapuzenförmigem großem Kopf und zwei Reihen dicker keulenförmiger Rückenpapillen, ohne besondere Kiemen, ohne Zunge; bisher nur aus dem indischen und stillen Ozean bekannt) „bilden eine von der großen Familie der Äolidiaden aberrante Gruppe, vielleicht, sowie auch die Tethyden, durch regressive Metamorphose entstanden". Die Auffassung H. v. Ihering's, daß die letzteren nebst Meliben und Rhodopen die ursprünglichsten und einfachsten Formen seien, aus denen sich phylogenetisch die anderen Gasteropoden hervorgebildet hätten, gründete sich auf die irrtümliche Annahme einer primitiven, ungegliederten Zentralnervenmasse bei *Tethys*.

(8) A. Kölliker: J. Kollmann's Akroblast. S. 155—158. — Wird später berücksichtigt werden.

Revue scientifique, dir. par M. **Charles Richet**. 3e série, tome 36. Juli bis Sept. 1885. Paris, Bureau des Revues.

(9) P. Marchal: La coloration des animaux. Bespricht die Färbung der Tiere in ihren Beziehungen zur feineren Struktur der Gewebe, zur Gesamtorganisation, zu den äußeren Agentien (Licht, Wärme, Elektrizität, Nahrung) und zur natürlichen Zuchtwahl, ohne jedoch neue Gesichtspunkte oder Thatsachen zu bringen.

(10) Alph. Bertillon: La couleur de l'iris. — Broca hatte bekanntlich für anthropographische Zwecke vier Färbungen des menschlichen Auges unterschieden: braun, blau, grau und grün. Beddoe hingegen, frappiert von der Unmöglichkeit, die Irisfarbe kurz und genau zu bezeichnen, hatte schon einige Jahre

früher den Vorschlag gemacht, von der Farbe ganz abzusehen und nur den Grad der Färbung zu berücksichtigen; er unterschied also bloß helle, mittlere und dunkle Augen. Verf. zeigt, daß es nötig und auch sehr wohl möglich ist, beide Gesichtspunkte gleichzeitig anzuwenden, und kommt nach Darlegung seiner Methode zu folgender Skala: 1. Unpigmentiert (blass, blau oder schieferfarben), 2. gelb, 3. orange, 4. hellbraun („châtain"), 5. dunkelbraun („marron"), und zwar Nr. 2–5 jedesmal in einer hellen, mittleren oder dunklen Nüance; indem er ferner in Nr. 5 noch unterscheidet a) dunkelbraun nur als Kreis um die Pupille, b) mit wenigen grünlichen Streifen an der Peripherie, c) reines dunkelbraun, erhält er 7 Gruppen, auf welche sich 25 000 von ihm untersuchte Pariser nach folgenden Prozentzahlen verteilen: 12, 16, 16,4, 22,4, 14,2, 11, 8. — Dieses Schema dürfte sich in der That durch seine Bestimmtheit und doch zugleich Einfachheit sehr zur allgemeinen Annahme empfehlen.

(**11**) J. V. Laborde: L'excitabilité cérébrale après décapitation, nouvelles expériences sur un supplicié. — Siehe später das Referat über A. Herzen's Bemerkungen hierzu.

(**12**) J. Laumonier: La notion de race en histoire. — Betont die Notwendigkeit, beim Studium des Charakters eines Volkes nicht einseitig die klimatischen, geologischen, geographischen u. s. w. Verhältnisse desselben in der Gegenwart zu berücksichtigen, wie dies bei den Historikern noch vielfach üblich ist, sondern namentlich auch seine Zusammensetzung aus mehreren verschieden beanlagten Urvölkern, deren psychische und soziale Besonderheiten etc. Dem Menschen der Zukunft stellt Verf. in Aussicht, daß die Entwickelung seinen Körper schwächen werde, um seinen Geist zu stärken(!); er werde dann eine wundervolle, aber sehr zarte Maschine sein und es möchte wohl ein neuer Ansturm von Barbaren genügen, um deren Organe in Unordnung zu bringen und sie gänzlich unbrauchbar zu machen.

(**13**) G. A. Hirn: La notion de Force dans la Science moderne — anschließend an die Rektoratsrede v. Clausius.

(**14**) A. Badoureau: L'énergie, ses sources et ses transformations.

(**15**) F. A. Forel: La température animale pendant l'ascension. — Aus theoretischen Gründen ist anzunehmen, daß jede Muskelarbeit des tierischen Körpers zunächst eine Herabsetzung seiner Temperatur zur Folge haben muß, weil sie eben auf Kosten der im Körper aufgespeicherten oder in jedem Augenblick neu erzeugten Wärme geleistet wird. A. Herzen hat in einer früheren Nummer der Revue scientifique mehrere bestätigende Beobachtungen anderer mitgeteilt. Um die Fehlerquellen bei der Messung der Temperatur möglichst zu vermeiden, stellte er selbst Versuche mit seinem Magenfistelpatienten (dessen Verwertung für die Kenntnis der Magenverdauung unsere Leser aus den Aufsätzen dieses Autors im Mai-, Juli- und Oktoberheft des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift kennen) und einem ebenfalls mit Magenfistel versehenen Hunde an, bei denen das Thermometer fest in den Magen eingesetzt war und jederzeit von außen abgelesen werden konnte; und es zeigte sich, daß, wenn eine 50 m hohe Treppe rasch erstiegen wurde, noch vor der Mitte des Weges die Temperatur bei jenem um 0,2 bis 0,4° C., bei diesem sogar um 0,8 bis 0,9° C. gesunken war, während bald darauf schon eine Erhöhung eintrat. — Verf. erklärt nun aber, daß auf Grund der Rechnung (das mechanische Wärmeäquivalent = 425 Kilogrammmeter gesetzt) erst nach einem Aufsteigen um 425 m eine Temperaturabnahme um 0,1° C., also auf 42 m bloß 0,01° C. zu erwarten wäre. Für Herzen's Versuche ergibt die Rechnung nur 0,06° C., für den von Marc Dufour statt 0,2 nur 0,04, für den von J. Gay statt 0,4 bis 0,5 nur 0,17° C. Abnahme. Es muß demnach irgendwo entweder in der theoretischen Erklärung oder in den Experimenten ein Fehler stecken und die beobachtete Wärmeabnahme muß noch eine andere, viel wirksamere Ursache haben [vielleicht die Abkühlung durch Haut und Lungen bei der raschen Bewegung?].

(**16**) Les déviations inconscientes durant la marche sans le secours des yeux. Aus „Nature", 30. Juli 1885.

(**17**) Une plante carnivore (*Sarracenia variolaris*). — Von ebenda.

(**18**) J. Rochard: Les ressources alimentaires de la France. — Ausführliche Arbeit mit vielen statistischen Angaben.

(**19**) Ch. Brongniart: Les insectes fossiles (mit Abbild.). — S. Referat in dieser Nummer.

(20) A propos du mimétisme. — Citiert den merkwürdigen Fall von Mimikry, den H. O. Forbes auf Java bei der Spinne *Ornithoscatoides* beobachtete (s. Dezemberheft des Kosmos S. 473), außerdem einen auf *Ptilopus cinctus*, eine Taube von Timor bezüglichen. Dieselbe „saß während der heißen Stunden des Tages unbeweglich in großer Zahl auf leicht in die Augen fallenden Ästen der Bäume, und doch vermochten sowohl mein Diener als ich, obwohl wir beide sehr gut sehen, nur mit Mühe sie nach und nach auf den Bäumen zu entdecken, wo wir wußten, daß sie sitzen müßten. Dabei erscheinen aber die Farben dieses Vogels, wenn man ihn in der Hand hält oder in den Glaskasten einer Sammlung stellt, so auffällig und so scharf gegen einander abgegrenzt, daß man kaum glauben würde, er könne sich mit der vollen Sicherheit, nicht gesehen zu werden, auf entlaubte Äste und Zweige niederlassen (vorausgesetzt, daß sich über und hinter ihm Blätterwerk befindet)." — Dazu bemerkt A. R. Wallace in „Nature": „Die schwarzen und weißen Flecken dieser Art treten so grell hervor, daß jeder, der sie in der Sammlung betrachtet, darin ein Beispiel eines schlecht ausgerüsteten Tieres erblicken wird, dessen Färbung es gerade sehr augenfällig macht, und man könnte uns triumphierend fragen, wie sich wohl hier unsere Theorie von der Schutzfärbung bewähre. Und dennoch zeigt sich, daß diese grellen Farben mit denen der Baumäste, auf welchen der Vogel im vollen tropischen Sonnenschein dasitzt, so gut harmonieren, daß sie ihn vollständig vor dem Erblicktwerden schützen."

(21) Ch. Richet: Leçons sur la chaleur animale. La température du corps dans les maladies. (Mehrere frühere und einige nachfolgende Arbeiten des Verfassers über dasselbe Thema werden im Zusammenhang besprochen werden.)

(22) A. de Rochas: La lévitation ou l'enlèvement des corps. — Eine erdrückende Fülle von „wohlbeglaubigten" Beobachtungen über freies Emporschweben menschlicher Körper wird hier alles Ernstes zusammengestellt, um zu beweisen, daß gelegentlich die Schwerkraft es für angemessen hält, durch zeitweilige Einstellung ihrer Wirksamkeit die Ungläubigen an die Existenz übernatürlicher Agentien zu erinnern. Verfasser bedauert sehr, daß man bisher in solchen Fällen noch nicht durch exakte Wägungen eine Abnahme des Körpergewichtes nachgewiesen habe; leider sei ein von ihm selbst bei einem Hypnotisierten angestellter Versuch dieser Art ohne Resultat (d. h. ohne das von ihm erwartete!) geblieben. Es geziemt sich beizufügen, daß die Redaktion ihre wissenschaftlichen Bedenken gegen eine derartige Behandlung solcher Fragen in mehreren Anmerkungen offen ausspricht.

(23) A. Chauveau: L'inoculation préventive du choléra. — In diesem vor der letztjährigen französischen Naturforscherversammlung in Grenoble gehaltenen Vortrag spricht sich der berühmte Kliniker im ganzen günstig über die vielbesprochene Impfmethode des spanischen Arztes Dr. Ferran aus und empfiehlt, „ungeachtet des wenig wissenschaftlichen Charakters seiner früheren Untersuchungen wie seiner jetzigen Praxis", die nächste Gelegenheit zu benützen, um systematische, genau kontrollierte Versuche in dieser Richtung anzustellen.

(24) N. Tsakny: Les sectes rationalistes en Russie.

(25) C. Phisalix: La rate chez les poissons et les batraciens.

(26) Lyon Playfair: Les devoirs de l'État envers la science (Eröffnungsrede des Präsidenten der letztjährigen britischen Naturforscherversammlung in Aberdeen, die wir später zum Gegenstand einer besonderen Besprechung machen werden).

(27) Ch. Richet: Leçons sur la chaleur animale. La température après la mort (s. Nr. 21).

(28) E. Trouessart: Les microbes et les maladies contagieuses. — Aus einem demnächst erscheinenden Werke des Verfassers über „les Microbes". Bespricht die „Blastemtheorie" von Robin, die Theorie von Charlton Bastian und seiner Schule in England, diejenige der Mikrozymas von Béchamp, die Theorie der Ptomaine (ohne Mikroben), und kommt zu dem Resultat, daß die Mikrobentheorie von Pasteur die einzige sei, welche alle bekannten Thatsachen zu erklären vermöge. B. V.

Notizen.

Zerstörung indischer Monumentalbauten. In einem längeren Artikel über die Methode der Erforschung altindischer Bauwerke in der Rev. scientif. vom 11. Juli 1885 beklagt G. Le Bon, der selbst 173 Tempel und Paläste, zum Teil in noch ganz unbekannten Gegenden Nepals und Südindiens, besucht, photographiert und in Kürze aufgenommen, das langsame Fortschreiten der englischen archäologischen Untersuchungen in Indien, welche, in gleichem Tempo wie bisher fortgesetzt, selbst nach 100 Jahren noch lange nicht beendet sein würden; das sei aber vor allem deshalb bedauernswert, weil dann die meisten dieser Monumentalbauten längst verschwunden sein dürften! Daß er damit nicht übertreibt, beweisen seine bestimmten Angaben über in jüngster Zeit stattgefundene Verwüstungen. Tausende solcher Denkmäler, die nicht gerade in größeren Städten liegen, entbehren jedes Schutzes und sind der Willkür eines beliebigen Ingenieurs preisgegeben, der Steine zum Bau einer Straße oder einer Brücke braucht. In Khajuraho „habe ich von 60 Tempeln, die vor 20 Jahren noch gezählt wurden, kaum 40 gefunden: die andern sind von den Bewohnern der umliegenden Dörfer als Steinbrüche verwendet worden. Mehrere Kilometer im Umkreis findet man die herrlichsten Statuen als Grenzsteine oder Baumaterial benutzt." „Mit großem Aufwand an Zeit und Mühe hatte ich mich nach Chandravati begeben, um eines der schönsten Baudenkmäler Indiens zu sehen, das in verschiedenen Werken erwähnt war. Ein Brahmine, den ich zufällig antraf, versicherte mir mit Thränen in den Augen, daß der Tempel vor kurzem von einem Ingenieur, der eine Straße zu bauen hatte, bis auf kleine Bruchstücke abgetragen worden sei" . . . . „Der Tempel und der Palast zu Karanbel sind von Ingenieuren zerstört worden, die mit dem Bau einer Eisenbahn beauftragt waren." Und „zu Tausenden ließen sich Proben eines solchen Vandalismus aufzählen. Die Eingebornen selbst folgen heute dem Beispiele der Engländer. Tempel, Paläste, Pagoden verschwinden mit erschreckender Schnelligkeit, um häßlichen neuen Bauten Platz zu machen, welche den Werken der Eroberer nachgebildet sind." Eine Menge anderer Tempel aber, die einem solchen Schicksal entgehen, weil sie noch dem Kultus dienen, werden von englischen Beamten, „um sich beliebt zu machen, unter dem Vorwande der Restauration", auf ganz barbarische Weise mit weißem Kalkanstrich versehen, der alle Details der Architektonik und des plastischen Schmuckes unkenntlich macht.

Man ist versucht, einen guten Teil dieser schweren Anklagen auf Rechnung nationaler Voreingenommenheit zu setzen. Aber Le Bon citiert mehrere wirklich kunstverständige Engländer, die selbst in den härtesten Ausdrücken gegen derartige unverantwortliche Greuelthaten protestieren. Fergusson erklärt in seiner Geschichte der Architektur: „Die Hindus müssen glauben, es gebe in der englischen Regierung eine Abteilung, welche zu dem speziellen Zwecke eingesetzt sei, jede Spur der schönsten und edelsten Denkmäler ihres Landes zu zerstören und auszulöschen"; und der Konservator der indischen Monumentalwerke selbst, Major Coles, kommt 1882 in seinem offiziellen Bericht zu dem Ergebnis, daß „die Denkmäler weit mehr gelitten hätten und noch litten infolge von Handlungen, für welche die Regierung verantwortlich sei, als durch Witterungseinflüsse oder Naturereignisse", und belegt dies durch eine Anzahl der traurigsten Beispiele. — Die seitherigen kriegerischen Leistungen der indischen Regierung werden für diese wichtige Aufgabe kaum mehr Raum gelassen haben. Ist aber nicht die Sorge und Rücksicht, welche ein herrschendes Volk der Vorgeschichte und den ehrwürdigsten Kunst-

werken eines eroberten Landes angedeihen läßt, ein sehr bezeichnender Gradmesser für den allgemeinen Geist und das Verantwortlichkeitsgefühl, mit dem jenes seine Herrscherpflichten überhaupt erfüllt?

Ein Nervensystem bei darmlosen Strudelwürmern. L. von Graff hatte bei den merkwürdigen *Rhabdocoela acoela* (vergl. Kosmos 1884 I. S. 12) ein Nervensystem trotz Anwendung der neuesten Hilfsmittel nicht finden können. Nun kündigt Yves Delage an, ein solches bei *Convoluta Schultzii* O. Schm. in sehr wohlentwickeltem Zustand gefunden und nicht bloß an Schnitten, sondern auch am ganzen Tier nachgewiesen zu haben. Es wird besonders interessant sein, zu erfahren, ob dasselbe ektodermaler Natur ist oder, wie J. Spengel (l. c. S. 16) für möglich hält, aus dem Mesoderm hervorgeht wie das der Rippenquallen.
(Comptes Rend.)

Zur Frage von der Ausdehnung der Gletscher in früherer Zeit. Im Sommer 1884 beobachtete P. Charpentier auf dem oberen Tschingelgletscher (südlich von der Blümlisalp im Berner Oberland) in einer Höhe von 2475 m mitten auf der Moräne zwischen zwei große Eisblöcke eingeklemmt eine graue cylindrische Masse, die sich bei näherer Besichtigung als ein tief ins Eis eingekeilter, ganz glatter und aller Äste beraubter Stamm einer Tanne erwies. Wie der mit der Gegend wohlbekannte Führer aus Lauterbrunnen versicherte, war derselbe das Jahr zuvor noch nicht sichtbar gewesen; er konnte also erst vor kurzem durch oberflächliches Abschmelzen des Eises zum Vorschein gekommen sein. Da nun gegenwärtig die Höhengrenze der Tanne viel weiter unten liegt, so scheint kaum eine andere Erklärung dieses Fundes denkbar, als daß der Baumwuchs früher an den angrenzenden Abhängen bedeutend weiter hinaufreichte — was ja auch ganz mit der Thatsache zusammenstimmt, daß der den Tschingelgletscher südöstlich begrenzende Petersgrat im 16. Jahrhundert ein viel begangener Paß war, über den die protestantischen Walliser ihre kleinen Kinder zur Taufe nach Lauterbrunnen brachten. (Rev. scient.)

Ausgegeben den 25. Januar 1886.

Beobachtungen an Wanderameisen (Eciton hamatum Fabr.).

Von

Dr. **W. Müller** (Greifswalde).

(Mit 7 Holzschnitten.)

Die folgenden Beobachtungen wurden angestellt während eines Aufenthaltes in Blumenau (Prov. St. Catharina, Brasilien). So unvollständig sie sind, so mögen sie immerhin einiges Licht auf die so abweichenden und doch so wenig bekannten Lebensverhältnisse der Gattung *Eciton* werfen.

Übrigens würden die Beobachtungen nicht so unvollständig geblieben sein, wenn nicht die Untersuchungen erst kurze Zeit vor der Abreise, die eine Weiterführung unmöglich machte, begonnen worden wären.

Zu besonderem Dank bin ich Herrn Prof. A. Forel in Zürich verpflichtet. Derselbe hat dem Verfasser, der selbst Laie auf dem Gebiet der Myrmekologie, seinen Rat und seine Unterstützung in liberalster Weise zu teil werden lassen, hat die Bestimmung der Tiere übernommen und sich selbst der Mühe unterzogen, die am Ende beigefügten Beschreibungen zu geben. Besonders für letzteres wird ihm jeder in der Frage Interessierte dankbar sein, da nicht das geringste Interesse für die fragliche Puppe sich an den Vergleich derselben mit anderen Formen knüpft, für welchen Vergleich dem Verfasser nicht sowohl das Material, als auch die Kenntnis der zu berücksichtigenden Punkte fehlt.

Am 28. Februar 1885 früh gegen 9 Uhr sah ich einen Zug Ecitons, welcher einen Weg im Garten meines Bruders, bei dem ich mich zur Zeit aufhielt, kreuzte. Die Gesellschaft war mir wohl bekannt, da sie an den beiden vorhergehenden Tagen das Haus meines Bruders gründlich abgesucht, uns für Stunden aus den Zimmern vertrieben hatte. Die Tiere bildeten einen geschlossenen Zug, zerstreuten sich nicht, wie sie das thun, wenn sie ausgehen, Beute zu machen; alle Arbeiter trugen Larven. Indem ich es zunächst dahingestellt sein ließ, ob diese Larven ihre eigenen oder fremde, geraubte seien, verfolgte ich den Zug, der ja zum wenigsten auf dem Wege nach Hause sein mußte, in der Hoffnung, eine vorübergehende Niederlage, wie sie Belt[1] beschreibt, aufzufinden. Bereits

[1] Th. Belt, The Naturalist in Nicaragua; London 1874, p. 17 ff.

nach wenigen Schritten mußte ich Halt machen, da sich der Zug zwischen den Ästen eines kürzlich gefällten Baumes verlor, die an den Wänden einer mit Bananen bepflanzten Schlucht angehäuft waren. Nachdem ich mich überzeugt, daß der Zug herein in den Haufen, nicht wieder herausführte, machte ich mich daran, den Haufen aufzuräumen, mit Rücksicht auf das Terrain eben keine leichte Sache, besonders da nach kurzer Zeit jeder Zweig mit Ecitons bedeckt erschien.

Nach mehrstündiger Arbeit kam ich zum Ziel, doch erst nachdem ich sämtliche Äste beseitigt. Zunächst fand ich auf der Erde zwischen dürrem Laub einzelne zerstreute Larven, sie waren wohl beim Entfernen der Zweige aus dem Lager gerissen oder infolge der Störung hier provisorisch deponiert. Nachdem ich noch eine Schicht von feuchtem Laub entfernt hatte, die sozusagen die vordere Wand des gleich zu erwähnenden Raumes gebildet, erhielt ich einen freien Blick in das Nest. (Ich brauche hier und im folgenden der Kürze wegen den Ausdruck Nest, obgleich meine Beobachtungen die Angaben Belt's bestätigen, daß es sich nicht um einen eigentlichen Nestbau, sondern um vorübergehende Niederlagen handelt.)

In einer Lücke des Bodens, die dicht mit Laub und Zweigen bedeckt war, hingen von der Decke der so entstandenen kleinen Höhle diverse (3) Klumpen von Ameisen, die nach meiner Schätzung an der Basis 15 cm im Durchmesser, 20 cm lang waren. Diese Klumpen bestanden an der Oberfläche überwiegend aus weißköpfigen Soldaten, auch in der nächsten Umgebung wimmelte es von Soldaten, die hier den Arbeitern gegenüber sehr das Übergewicht hatten (während bei Raubzügen stets die Arbeiter bedeutend häufiger sind). Zerstieß man die Haufen, so zeigten sie sich im Inneren überwiegend aus Larven zusammengesetzt. Ich sammelte von diesen Larven, die zum Teil frei, zum Teil eingesponnen, aber noch nicht verpuppt, soviel ich erhalten konnte. Es waren schlanke Ameisenlarven ohne besondere Auszeichnung von 4—13 mm Länge, die Gespinste gelblich, durchsichtig, zartwandig.

Wir mögen vorläufig die Frage, ob sie zu den Ecitons gehören, offen lassen; daß sie zum Teil eingesponnen waren, scheint dagegen zu sprechen, die Art und Weise, wie ich sie fand, die Menge der vorhandenen Larven spricht dafür. — Die Frage wird sich durch die folgenden Beobachtungen leicht entscheiden. Erwähnen will ich noch, daß ich von den eingesponnenen Larven eine Anzahl zurücklegte, in der Erwartung, daß sie sich verpuppen würden.

Als ich ungefähr eine Stunde später den Schauplatz meiner Thätigkeit wieder aufsuchte, fand ich noch zahlreiche Tiere umherlaufend und suchend, doch das Nest leer, übrigens im Nest keinerlei Spuren von Bauten oder von irgendwelcher verändernder Thätigkeit der Ameisen. Ich umschritt das Terrain, ohne indessen einen Zug bemerken zu können, der die Larven forttrüge, und da nicht anzunehmen, daß die Tiere in so kurzer Zeit einen Rückzug bewerkstelligt, freute ich mich bei dem Gedanken, sie würden in dem Haufen bleiben, ihr Nest in der Nachbarschaft aufschlagen und mir so Gelegenheit zu weiteren Beobachtungen geben. Wiederholte Besichtigungen ergaben das gleiche Resultat; nur zwei ganz

schwache Züge gingen von dem Haufen aus, trugen aber keine Larven. Als ich aber am Abend um 8 Uhr (also in der Nacht) die Stelle aufsuchte, wo ich am Morgen den Zug gefunden, da sah ich einen starken Zug, der jetzt in umgekehrter Richtung mit allen Zeichen der Eile zahlreiche Larven fortschleppte. Die Tiere hatten ihren Rückzug auf die Nacht verschoben. Um 11 Uhr besuchte ich noch einmal den Ort, der Zug war noch in vollem Gang; die in einer Minute den Weg passierenden zählten nach Hunderten, doch war es unmöglich, eine einigermaßen genaue Schätzung zu machen.

1. März. Am anderen Morgen früh 6 Uhr war der Zug noch im Gang, doch bedeutend schwächer; um 7 Uhr wurden nur noch wenig Larven fortgeschafft, dann hörte der Zug ganz auf. Vermutlich suchten die Tiere das Nest auf, das sie erst kürzlich verlassen, aus dem sie noch am Tag vorher Larven gebracht hatten. Wie dem auch sei, jedenfalls wünschte ich das neue Nest kennen zu lernen, und so machte ich mich daran, den Zug zu verfolgen. Anfangs zwischen feinem, dichtem Gras, wo sie sich einen Weg gebahnt hatten, dann an der Wand einer dicht mit Gestrüpp, besonders mit Farnkraut bewachsenen Schlucht, welche die Ameisen schließlich überschritten, immer steil bergauf führte der Weg zu einem umgefallenen hohlen Baum, in dem die beladenen Tiere verschwanden. Da sich nach keiner Seite ein Larven tragender Zug fortbewegte, dagegen von anderer Seite ein Zug, der indessen nur Beute herbeibrachte, ankam, zweifelte ich nicht, daß hier das Nest sei. Ob es das kürzlich verlassene, kann ich nicht entscheiden, doch spricht dafür, daß sie von hier so rasch weiterzogen. Die Entfernung vom alten zum neuen Nest betrug ungefähr 200 Schritt.

Ich war begierig zu erfahren, ob die Tiere den Transport ihrer Larven in einer Nacht beendet oder ob sie in der nächsten Nacht noch weitere fortschaffen würden. Nun mußten die Tiere bei ihrem Umzug nicht nur den mehrfach erwähnten Weg im Garten meines Bruders, sondern auch einen dem Garten entlang ziehenden breiten Fahrweg überschreiten. Auf diesem Fahrweg fanden sich gegen Abend zahlreiche Tiere ein, welche dann bei einbrechender Dunkelheit mit Larven nach dem Nest zogen. Den Weg im Garten, den sie notwendig hätten passieren müssen, wenn sie die Larven aus dem alten Nest geholt hätten, kreuzten nur wenig Individuen, die aber keine Larven trugen. Augenscheinlich hatten sich die Ameisen gescheut, den breiten, der Sonne ausgesetzten Fahrweg bei Tag zu passieren, hatten es vorgezogen, die Larven vorläufig in dem trockenen Straßengraben oder in der Hecke des Gartens niederzulegen. Sie schleppten noch mehrere Stunden lang, wenn auch nur in mäßiger Anzahl, von dort Larven weg.

Am Morgen desselben Tages fand ich unter den Ameisen, wenig abseits vom Zug einen *Labidus*, nach Forel's Bestimmung *Labidus Burchellii* Westwood ♂ (vergl. den Nachtrag). Das Tier war flügellos, resp. mit Flügelstummeln versehen, hatte die Flügel abgeworfen. Es wurde von 2 Arbeitern geleitet, halb geschoben; es war augenscheinlich hilfsbedürftig, war stark verletzt, vermutlich bei der Zerstörung des Nestes am Tag vorher. Ich nahm das Tier und setzte es zwischen den dichtesten

Haufen von Soldaten und Arbeitern: es wurde betastet, von allen Seiten untersucht, doch nicht verletzt.

2. März. Früh 6 Uhr waren die Tiere wieder stark mit Umziehen beschäftigt, und zwar hatten sie wieder zum Nest einen gefallenen hohlen Baumstamm gewählt, der diesmal nicht allzuweit entfernt, doch immerhin gegen 50 Schritt weit lag. Auch an diesem Tag gingen sie vom neuen Nest aus auf Raub aus, kehrten mit Beute beladen heim.

3. März. Früh 6 Uhr lag das Nest anscheinend leer, keine Ameise war zu sehen. Nach den Erfahrungen der beiden vorhergehenden Tage war es mir unwahrscheinlich, daß die Tiere, wenn sie weiter gewandert, ihren Umzug vollendet hätten; auch fand sich bei genauerer Untersuchung, bei Eröffnung von kleinen Löchern, welche die Tiere (zum Schutze gegen die kühle Nacht) verstopft hatten, daß sie noch im Baumstamm; sie hatten ihr Tagewerk noch nicht begonnen. Einige Stunden später waren sie stark mit dem Eintragen von Beute beschäftigt.

5. März. Früh 6 Uhr ähnliche Beobachtungen wie am 3.

6. März. Ebenso.

7. März. 10 Uhr morgens waren die Tiere auf der Jagd, obgleich ein dreitägiger Regen den Wald gründlich durchnäßt hatte. Wie bei früheren Besuchen ging nur ein Zug vom Nest aus. Der am 2. war nach Osten, der am 3. nach Südosten oder Südsüdosten gegangen, der am 7. ging ziemlich rein nach Westen. Es scheinen danach die Tiere beim Absuchen der Umgebung ziemlich systematisch vorzugehen.

8. März. Die Tiere bleiben trotz guten Wetters im Baum versteckt, sind bei verschiedenen Besuchen ($7^1/_2$, 11 und 4 Uhr) nicht zu sehen.

9. März. Da die Tiere im Inneren des Baumes jeder Beobachtung unzugänglich waren, auch keine Anstalten machten, das Quartier zu wechseln, beschloß ich, sie durch Rauch zu vertreiben. Die Tiere befanden sich in der oberen Hälfte des an einer Bergwand liegenden Baumstammes; mein Plan war nun der, sie mit Feuer, welches ich durch seitliche Löcher in die Mitte des Stammes gebracht, oben heraus zu treiben; dann wäre mir Gelegenheit geworden, mich nach Geschlechtstieren umzusehen. Doch wurde meine Hoffnung getäuscht, Arbeiter und Soldaten erschienen zwar überaus zahlreich, mit ihren Larven und Puppen und jedenfalls auch mit ihren Geschlechtstieren hielten sie sich im Inneren des Stammes, zogen dicht am Feuer vorbei in den unteren rauchfreien Teil desselben. Soviel ich dabei wahrnehmen konnte, hatten sich alle Larven eingesponnen; freie Larven sah ich nicht, auch nichts von Geschlechtstieren, doch bekam ich nur den kleinsten Teil des Zuges zu Gesicht.

10. März. Früh 6 Uhr. Es fanden sich im alten Nest noch einzelne Ameisen, doch waren Versuche, irgendwo eine größere Zahl durch Stören herauszulocken, vergeblich. Auch von einem abziehenden Zug war nichts zu bemerken. Schließlich fand ich, daß sich die Tiere in einen hohlen, morschen, noch aufrecht stehenden Stamm dicht neben dem alten Nest zurückgezogen. Sie hatten sich hier in ungefähr doppelter Mannshöhe wieder zu Klumpen geballt an den Wänden aufgehängt.

Der Stamm hatte an den Seiten verschiedene mäßig große Löcher; in und um diese Löcher saßen ziemlich bewegungslos zahlreiche Tiere, vorwiegend Arbeiter; sie verstopften die Löcher, bildeten über ihnen flache Haufen, von denen der eine größte eine über handgroße Fläche bedeckte, während das in der Mitte befindliche Loch nur wenige (etwa 15) qcm groß war. Was die Tiere zu diesem Verhalten bestimmte, ist schwer zu entscheiden; Mangel an Raum im Inneren des Stammes dürfte es, wie ich mich später überzeugte, kaum gewesen sein. Eher glaube ich, daß auf diese Weise die Löcher verstopft, das Eindringen der kalten Luft verhindert werden sollte. Es ist ja bereits anderweitig bemerkt, wovon ich mich auch hier leicht durch Vergleich überzeugen konnte, daß die Wärme im Nest die Entwickelung der Larven befördert, und diese Thatsache scheint der gegebenen Deutung einige Wahrscheinlichkeit zu verleihen.

11. März. Ähnliche Beobachtung, kein auf Beute ausgehender Zug zu bemerken.

12. März. Gegen Abend geht ein unbedeutender Zug vom Nest zur Jagd aus, übrigens wie am Tag vorher.

13. März. Ich öffnete den Baumstamm an einer Stelle. Unter den Gespinsten, die zu Tage kamen, fielen mir einige auf, die dunkelbraun, etwas kürzer, weniger stark verjüngt und derber als die übrigen. (Ich lasse eine Beschreibung der darin enthaltenen Larven und Puppen weiter unten folgen.) Wesentlich in dem Wunsch, ein zahlreicheres Material von diesen Puppen zu erhalten, schöpfte ich am

14. März, nachdem ich mir von der Seite Zugang zum Nest verschafft, aus den hängenden Klumpen so viel in einen Sack, als ich erhalten konnte, wobei ich besonders darauf bedacht war, zahlreiche Puppen zu bekommen. Die Tiere wurden ätherisiert, in diesem Zustand maßen sie zusammengeschüttelt 5600 ccm, der größere Teil waren Puppen. Ein Durchsuchen dieser Massen ergab nur eine der größeren braunen Puppen, außerdem eine kleinere ähnliche von 6 mm Länge und eine freie Larve, welche Größe und Gestalt der größeren eingesponnenen hatte, daneben ziemlich zahlreich kleine Koleopteren (Myrmekophilen), die mir zur Zeit noch nicht bestimmt sind.

Weiter fand ich zahlreiche Puppen, deren Gestalt ihre Zugehörigkeit zu der fraglichen Gesellschaft außer Zweifel setzte; besonders waren es die Puppen der Soldaten, welche durch die charakteristische Gestaltung des Kopfes die Sache über jeden Zweifel erhoben. Diese Puppen waren eingesponnen. Ich überlasse es den Myrmekologen, die Thatsache für die systematische Stellung der Gattung *Eciton* zu verwerten. In den gesammelten Gespinsten befanden sich fast ausnahmslos Puppen; unter mehreren hundert untersuchten Individuen war nur ein Arbeiter und zwar einer der kleinsten Form, der noch nicht verpuppt war, doch seinen Kot bereits entleert hatte.

Am 15. März wiederholte ich das Experiment des vorhergehenden Tages, zerstieß aber beim Versuch mir Raum zu schaffen den Stamm derart, daß der ganze Klumpen herunterfiel, so daß ich nicht viel schöpfen konnte. Bei dieser Gelegenheit konnte ich mir ein annäherndes Urteil

verschaffen über die Menge der noch vorhandenen Ameisen (das Untersuchungsmaterial des vorhergehenden Tages hatte ich, nachdem die Tiere aus ihrer Betäubung erwacht, an anderer Stelle in Freiheit gesetzt). Ich hatte ungefähr die Hälfte der vorhandenen Puppen geraubt, von den vorhandenen Arbeitern und Soldaten bei weitem nicht die Hälfte. Im ganzen hatte anscheinend die Zahl der vorhandenen Puppen die der Arbeiter und Soldaten übertroffen, doch war, das brauche ich kaum zu versichern, unter den gegebenen Umständen nur eine höchst oberflächliche Schätzung möglich.

Die Tiere waren jetzt aus der oberen Hälfte des hohlen Stammes vertrieben, sie zogen sich in die untere Hälfte zurück. Auch dort ging ich ihnen zu Leibe, verdrängte sie von Stelle zu Stelle, wobei mit erstaunlicher Geschwindigkeit die beim Zerstören des Stammes oder sonst behufs Durchmusterung ausgestreuten Puppen wieder in den Stamm geschafft, zu Haufen zusammen getragen wurden. Schließlich bemerkte ich beim Schöpfen unter den Ameisen eine weiße feinkörnige Masse — Eier. Dieselben wurden, wie man das auch bei anderen Ameisen beobachtet, zu Paketen zusammengeklebt von den Arbeitern getragen. Ich hatte den Stamm an einer Seite bis unten hin geöffnet, und infolgedessen zogen sich die Tiere in die hohlen Wurzeln zurück, wohin ihnen schwer zu folgen. So mußte ich eine weitere Verfolgung aufgeben, zumal der Tag bereits weit vorgeschritten war, obgleich es sehr wahrscheinlich, daß die Tiere nach so viel Störungen das durchaus unzulänglich gewordene Quartier räumen würden und ich so um die Möglichkeit, das unzweifelhaft im Stock befindliche Weibchen zu erhalten, gebracht würde.

Eine Durchsuchung des gesammelten Materials ergab ähnliche Resultate wie die am Tage vorher; neben wenigen Individuen der gesuchten Form (1 Puppe und 2 Larven) zahlreiche Puppen von Arbeitern und Soldaten, Eier, einige freie Larven. Letztere dürften, soweit sie überhaupt der Art angehören, als zurückgeblieben zu betrachten sein, vielleicht waren sie durch die wiederholten Störungen am Einspinnen verhindert worden; dafür spricht, daß sich am folgenden Tag eine dieser Larven in eine Puppe und zwar die eines Arbeiters der kleinsten Form umwandelte, ohne sich vorher eingesponnen zu haben. Wir dürfen diese Larven bei den späteren Schlüssen unberücksichtigt lassen.

16. März. Früh sah ich mich vergeblich nach den Ameisen um; am Nachmittag bemerkte ich einen schwachen auf Beute ausgehenden Zug, welcher sich an einem Baumstamm dicht neben dem verlassenen hinaufbewegte und in einer Höhe von 8—9 m mir aus dem Gesicht verschwand. Da das Nest so nicht zugänglich, machte ich mich am

17. März daran, den Baum zu fällen, doch war ich damit wenig gebessert; der Stamm fiel in ein dichtes Gestrüpp, welches bald von Ecitons bedeckt war. Schließlich schaffte ich mir leidlichen Zugang, fand aber kein anderes Mittel, die Tiere aus dem hohlen Stamm zu vertreiben, als Rauch. Die Tiere verließen allerdings das Nest, doch konnte ich nichts von einem Weibchen entdecken.

Am 18. März sah ich mich vergeblich nach der Gesellschaft, die mich so viel beschäftigt, um; späteres Suchen war ebenfalls vergeblich,

ich mußte meine Untersuchungen und die Hoffnung, des Weibchens habhaft zu werden, aufgeben.

Rückblick und Nachträge.

Den Nestbau betreffend wird dem, was durch die Untersuchungen von Belt bekannt geworden, wenig neues hinzugefügt. Es sind eben vorübergehende Niederlagen, für die sie irgendwie geschützte Stellen aussuchen, ohne an den von der Natur gebotenen Schlupfwinkeln viel zu ändern. *Eciton hamatum* scheint als Schlupfwinkel besonders hohle Bäume zu lieben; eine andere Gesellschaft der gleichen Art fand ich zwischen den Wurzeln eines Baumstammes ziemlich frei hängend.

Die Umzüge von einem Nest zum andern finden vorwiegend oder ausschließlich bei Nacht statt, was insofern bemerkenswert, als die Tiere anscheinend ausschließlich bei Tag auf Raub ausgehen[1]. Man wird freilich kaum Gelegenheit haben, nächtliche Raubzüge zu beobachten, wenn nicht die eigene Wohnung heimgesucht wird. Doch finden wir sie in den hier gegebenen Beobachtungen niemals in den ersten Morgenstunden auf Jagd ausgehend oder von da zurückkehrend. Auch meines Bruders Wohnung suchte die gleiche Gesellschaft erst des Mittags heim. So scheint eine besondere Vorsicht die Tiere abzuhalten, ihre Puppen an das Tageslicht zu bringen, eine Vorsicht, die unsere Gesellschaft unter den schwierigen Verhältnissen am 9. März (vergl. oben) ganz besonders zeigte.

In dem Benehmen der Tiere macht sich ein merkwürdiger Gegensatz geltend: Bis zum 7. März sehen wir die Tiere, so oft wir das Nest gegen Mittag besuchen, zahlreich auf Raub ausgehen, ebenso am 26., 27. Februar, wo sie die Wohnung meines Bruders heimsuchten; vom 8. März ab werden die Raubzüge seltner, an manchen Tagen ruhen sie ganz. Gehen die Tiere auf Raub aus, so sind es unbedeutende Züge.

Der Punkt, wo der Wechsel eintritt, fällt ungefähr zusammen mit dem, wo sich die letzten Larven einspinnen, und dieses Zusammentreffen ist jedenfalls kein zufälliges. Larven brauchen ja im allgemeinen, besonders kurze Zeit vor der Verpuppung, bedeutend mehr Nahrung als die fertigen Insekten, und so scheint nichts natürlicher, als daß das Nahrungsbedürfnis der Gesellschaft ein geringeres wird und die Tiere entsprechend weniger auf Beute ausgehen, nachdem alle Larven eingesponnen.

Noch nach einer anderen Seite findet sich ein Gegensatz im Benehmen: Am 28. Februar veranlaßt eine im Vergleich mit der späteren unbedeutende Störung die Tiere, ihr Quartier zu räumen, ein neues aufzusuchen. Sie unternehmen zu diesem Zweck einen weiten Marsch. Die nächste Nacht findet sie wieder auf der Wanderschaft.

Am 9. März werden sie aus ihrer Wohnung durch Rauch vertrieben,

[1] Lund, Fourmis du Brésil. An. d. Sc. nat. 1831 spricht im Zusammenhang mit anderen Beobachtungen, die entschieden auf *Eciton* zu beziehen, von nächtlichen Überfällen, doch geht aus seiner Angabe nicht mit Sicherheit hervor, ob dieselben ebenfalls von *Eciton* herrühren. Es ist das die einzige mir bekannt gewordene Angabe, die etwa auf nächtliche Raubzüge von *Eciton* zu beziehen wäre.

worauf sie mit einer anscheinend recht unzulänglichen Wohnung in nächster Nachbarschaft, nur 1 Schritt weit von der alten entfernt, vorlieb nehmen. Hier wird ihnen (14. März) ein bedeutender Teil von Brut und Arbeitern geraubt, ohne daß sie sich dadurch zum Fortziehen bestimmen lassen. Erst als am folgenden Tag ihr Schupfwinkel total zerstört, müssen sie weichen, ziehen sich in die untere Hälfte des Stammes zurück. Von da vertrieben, wählen sie wieder einen nur wenige Schritte entfernten Baumstamm, an dem sie allerdings hoch emporsteigen müssen.

Die Unbehilflichkeit, die Schwierigkeit, mit der sie sich vom 9. März an zu einem Umzug entschließen, dürfte ihre Erklärung darin finden, daß zur Zeit ein befruchtetes Weibchen zwischen ihnen weilt. Wir können uns bei so enormen Gesellschaften von mehreren 100 000 Individuen die fruchtbaren Weibchen, selbst wenn mehrere vorhanden, kaum anders als sehr groß, mit stark aufgetriebenem Hinterleib denken; dafür würde hier noch besonders die Analogie von *Typhlopone* (eine Ameise der alten Welt mit ähnlichen Gewohnheiten) und *Dichthadia*, deren Zusammengehörigkeit als Arbeiter und Geschlechtstier nach neueren Beobachtungen zum mindesten sehr wahrscheinlich ist, sprechen. Daß solche Weibchen schwer zu transportieren, ein Hindernis bei Umzügen, ist selbstverständlich, weiter geht aber daraus, daß sich am 15. März zahlreiche Eier fanden, hervor, daß zur Zeit, wo die Tiere so schwer zum Weiterwandern zu bewegen sind, ein Weibchen zwischen ihnen weilt. Dasselbe dürfte am 28. Februar auch bereits in der Gesellschaft gewesen sein, doch noch schmächtiger und deshalb leichter zu transportieren.

Ich kann mir nicht versagen, hier auf die mögliche Bedeutung einer Thatsache hinzuweisen, wenn auch, das gestehe ich ohne weiteres zu, fernere Beobachtungen erst zeigen müssen, daß die Thatsache sich konstant wiederholt. Bei der beobachteten Gesellschaft fällt die Zeit, wo eine Königin zwischen der Gesellschaft weilt, mit dem Anfang der Puppenruhe zusammen. Wenn nun das Vorhandensein einer Königin ein Hindernis für das Weiterwandern, die Zeit der Puppenruhe die Zeit eines viel geringeren Nahrungsbedürfnisses ist, bei dem das sonst in wenigen Tagen abgesuchte Terrain wohl Wochen lang genügt, dann erscheint dies zeitliche Zusammenfallen zweier nicht im direkten Zusammenhang stehender Ereignisse (Verpuppung und Beginn der Eiablage) nicht als etwas Zufälliges, sondern als durchaus notwendig.

Wir können die Sache noch einen Schritt weiter verfolgen; die Eier werden vermutlich in verhältnismäßig kurzer Zeit abgelegt (vergleiche das Folgende); die einfachste Erklärung dafür wäre die, daß die Königin nur kurze Zeit am Leben bleibt. Die Ecitons würden sich hier wieder abweichend von anderen Ameisen verhalten, die Abweichung sich aus der umherschweifenden Lebensweise, die ihnen nicht gestattet, beständig eine Königin mit sich zu führen, erklären. Sicher bedürfen diese Hypothesen noch der Begründung durch direkte Beobachtungen, doch wird man ihnen eine gewisse Wahrscheinlichkeit nicht absprechen können.

Noch einige Worte über den *Labidus*. Das Verhalten der Ecitons zu den *Labidus* macht es wahrscheinlich, daß das Tier als Männchen zu

der Gesellschaft gehört; weiter findet Forel bei der Untersuchung einer Puppe (vergl. unten) Gründe, welche die schon mehrfach vermutete Zusammengehörigkeit von *Labidus* und *Eciton* so gut wie sicherstellen. Dann bleibt aber auffallend, daß das Männchen, nachdem es die Flügel verloren, zur Gesellschaft zurückkehrt, mit ihr wandert. Falls die Vermutung richtig, daß die Weibchen flügellos, *Dichthadia* ähnlich sind, läge es nahe, darin eine Erklärung für das abweichende Verhalten zu finden. Über den *Labidus* schreibt mir Herr Prof. Forel noch:

»Der flügellose und sonst mehr oder weniger defekte *Labidus* ist ein echter *Labidus*, und zwar ganz zweifellos *Labidus Burchellii* Westwood [1].

Westwood's Abbildungen sind mangelhaft, die Farben zu grell; aber der Beschreibung entspricht unser Tier ganz genau, auch mit bezug auf die Farbe. Westwood gibt zwar eine stärkere Behaarung an, welche aber an unserem Exemplar jedenfalls nur zum Teil abgerieben ist. Auch ist unser Exemplar etwas kleiner als das von Westwood.

Dieser *Labidus* ist mit seinen verhältnismäßig kleinen Augen und Ocellen, seinen langen, fast geraden Mandibeln, seinem kurzen Hinterleib, seinem großen Kopf, seinen langen Beinen und seiner dicht unregelmäßig gekörnt-genetzten Skulptur, die ihn ganz matt erscheinen läßt, eine recht abweichende Art, welche viel ameisenähnlicher aussieht als die anderen und vielfach an *Eciton* erinnert. Besonders der Kopf ist mit dem von *Eciton lugubre* Rog. nahe verwandt, wenn man von den Augen abstrahiert. Fühlergrube, Clypeus und Stirnleisten sind fast identisch; zwar fehlen die seitlichen Kiele, dieselben sind aber bereits beim Soldat von *Eciton lugubre* viel schwächer, abgeflachter als beim Arbeiter.

Die äußeren männlichen Genitalien sind nach innen eingestülpt, jedoch durch ein zufälliges Beschädigungsloch des Abdomens zu sehen und stark entwickelt. Das Hypopygium (Ventralplatte des letzten Abdominalsegments) ist eng, lang, zweispitzig, typisch, wie bei allen *Labidus*.«

Aus der Entwickelung dürfte zunächst die bereits erwähnte Thatsache Beachtung verdienen, daß die Larven sich einspinnen. Eine weitere nicht uninteressante Thatsache ist die, daß das Einspinnen und Verpuppen aller Larven in verhältnismäßig kurzer Zeit erfolgt. Am 28. Februar finden wir zwar eingesponnene Larven, aber noch keine Puppen. Von den zurückgelegten eingesponnenen Larven verpuppten sich die ersten am 6. März, am 7. März hat sich der größere Teil der Larven verpuppt. Nehmen wir nun auch an, daß unter dem Einfluß der im Nest herrschenden Wärme dort die Verpuppung früher begonnen, so wird sie doch kaum vor dem 5., sicher nicht vor dem 4. März begonnen haben; am 14. März findet sich unter mehreren hundert untersuchten Tieren nur eine Larve, alle übrigen sind Puppen: wir können sagen, die Verpuppung ist beendet. Danach haben sich alle Individuen im Lauf von 10 Tagen verpuppt.

Es findet diese Thatsache ihre einfachste Erklärung in der Annahme, daß alle Individuen annähernd gleich alt, alle Eier innerhalb weniger Tage abgelegt sind, und wurde auch schon auf die wahrschein-

[1] Arcana entomologica, vol. I, p. 74, Taf. 20, fig. 1. 1845.

liche Bedeutung dieser Thatsache hingewiesen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der annähernd gleichzeitigen Verpuppung andere Ursachen zu Grunde liegen oder mit zu Grunde liegen, es könnte gewissermaßen eine Konvergenz stattfinden, doch erscheint die oben gegebene Erklärung als die einfachste.

Weiter bleibt hier nachzutragen, was oben nicht erwähnt wurde, daß sich zuerst die größten Larven einspinnen, aus denen Soldaten werden, und daß die ältesten Puppen ebenfalls die von Soldaten sind. Ihnen folgen im Alter die größten Arbeiter, dann die übrigen Arbeiter, immer jünger oder später verpuppt, je kleiner. Es folgt dies einmal aus der Beobachtung am 28. Februar, wo sich eingesponnene und nicht eingesponnene Larven ziemlich scharf durch ihre Größe unterscheiden: alle Larven von über 8 mm waren eingesponnen, alle kleineren frei; sodann aber aus der Untersuchung der am 14. März gesammelten Puppen. Diese Untersuchung ergab, daß die Soldaten am weitesten entwickelt (ausgefärbt), ergab überhaupt die oben angeführten Altersdifferenzen zwischen den Puppen. Es scheint das einiges, wenn auch nur ein sehr mangelhaftes Licht auf die so dunkle Frage nach der Entstehung der verschiedenen Formen zu werfen.

Ziehen wir noch das Auftreten der Geschlechtstiere mit in Betracht, so ergibt sich, da wir am 1. März ein Männchen im Zug, am 15. März Eier fanden, daß die Geschlechtstiere ihrerseits wieder den Soldaten vorausgeeilt sind und zwar sehr bedeutend, vorausgesetzt, daß sie derselben Brut angehören, von dem gleichen Weibchen abstammen.

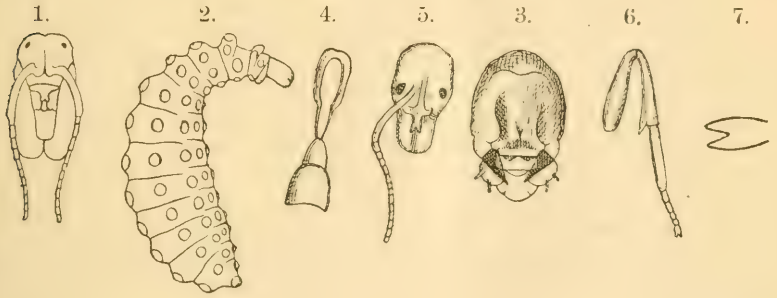
Wie verhalten sich nun hierzu die abweichenden Larven in den braunen, derbwandigen Gespinsten? In ihrer Entwickelung bleiben sie noch hinter den kleinsten Arbeitern zurück. Zur Zeit, wo alle Arbeiter verpuppt, finden wir von ihnen noch freie oder eingesponnene Larven — die einzige Puppe erhielt ich später aus zurückgelegten Gespinsten. Nun kommt Herr Prof. Forel auf Grund der Untersuchung der Puppe zu dem Schluß, daß wir es hier mit den Larven von Ersatzmännchen zu thun haben. Wie nun bei den Termiten die Ersatzmännchen und -weibchen erst ihre Reife erlangen zur Zeit, wo die Flugzeit der eigentlichen Geschlechtstiere vorüber — und dieser Umstand steht ja augenscheinlich im engsten Zusammenhang mit ihrer Funktion, einzutreten, wenn ein legales Königspaar von den ausschwärmenden Geschlechtstieren nicht zurückgekehrt ist — so bleiben auch hier die Ersatzmännchen weit hinter den normalen Geschlechtstieren zurück, was wohl von ähnlicher Bedeutung.

Bezüglich der Larven der Arbeiter und Soldaten der Ecitons ist dem oben Gesagten nichts hinzuzufügen. Die Puppen messen 4,5—13 mm. Um jeden Zweifel über die Zugehörigkeit dieser eingesponnenen Puppen zu den Ecitons zu beseitigen, füge ich die Abbildung des Kopfes von der Puppe eines Soldaten bei (Fig. 1).

Die Larven, welche sich in den mehrfach erwähnten derbwandigen Gespinsten befinden (Fig. 2), unterscheiden sich von denen der *Eciton*-Arbeiter und Soldaten wesentlich in folgenden Punkten: Der Kopf (Fig. 3) trägt wohlausgebildete Mandibeln, kurze stummelförmige Taster. Der Körper, an seinem vorderen Ende schlank, nach hinten stark verdickt,

zeigt breite, scharf abgesetzte Bauchplatten. Die Segmente sind tief geschieden, jedes typisch gebaute trägt 10 Tuberkeln, flache Erhebungen, von denen jede mit einem Kranz von 8—10 Chitinborsten umstellt ist. Neben diesen Larven findet sich noch eine zweite Form, vielleicht die jüngeren Tiere; dieselben sind stets kleiner, unterscheiden sich bei gleicher Kopfbildung und gleichem Gesamthabitus durch die Bildung der Tuberkeln, welche verhältnismäßig lange konische Erhebungen ohne Kranz von Chitinborsten sind. Sie finden sich in größerer Anzahl (14 oder 16?) auf den typischen Segmenten. Beiderlei Larven tragen fast stets das vordere Körperende weit ventralwärts eingebogen. Aus einem der fraglichen derbwandigen Gespinste entnahm ich eine Puppe, über die mir Herr Prof. Forel folgendes schreibt:

»Die ganz merkwürdige aus dieser Larve hervorgegangene Puppe halte ich für den wichtigsten Fund. Es handelt sich darum, dieselbe



Figur 1. Puppe eines Soldaten, Kopf 3 mal vergrößert.
„ 2. Larve aus braunem derbwandigem Gespinst, 4 mal vergrößert.
„ 3. Kopf der Larve, stärker vergrößert.
„ 4. Thorax der zugehörigen Puppe mit dem Kopf und den zwei ersten Abdominalsegmenten (Petiolus und erstes eigentliches Segment), aber ohne Fühler und Beine, von oben.
„ 5. Kopf dieser Puppe von vorne gesehen, mit dem rechten Fühlhorn.
„ 6. Hinterbein derselben von der breiten Fläche aus gesehen.
„ 7. Hypopygium (Ventralplatte des letzten Abdominalsegments) von unten.

nach ihrer Verwandtschaft (nicht eigentlich embryologisch) zu beurteilen. Leider ist es gar schwer, eine einzige solche alte weiche Puppe zu beurteilen; teils vor, teils während der Untersuchung wurde besonders das Abdomen geschädigt, was vieles erschwert. Folgendes ist das sicher Feststehende:

Länge der Puppe circa 8 mm. Dieselbe fällt sofort auf durch ihren kleinen engen Thorax, der durchaus die Form eines Arbeiterthorax hat, keine Spur weder von Flügelrudimenten, noch von den besonderen Stücken des Thorax der geflügelten Hymenopteren zeigt (also kein Scutellum, kein Pro- und Postscutellum). Die Form des Thorax erinnert sehr an diejenige eines Arbeiters, eines gewöhnlichen *Camponotus* (*C. herculeanus* oder *ligniperdus*).

Der große lange Kopf ist nicht weniger merkwürdig. Er zeigt zunächst zwei großmächtige lange und breite, wahrscheinlich zahnlose Mandibeln, welche ganz an die der *Eciton* erinnern und zwar ungemein den Puppen der großen Arbeiter (nicht der Soldaten) von *Eciton hamatum* ähneln. Stirnocellen fehlen; vielleicht waren sie in der noch jungen Puppe noch nicht gebildet. Dagegen findet sich beiderseits am vorderen Drittel der Kopfseite je ein ziemlich kleines, schon schwarzes Facettenauge, das (ganz approximativ geschätzt) aus circa 300 (250—350) Facetten besteht. (Der *Eciton*-Arbeiter hat statt dessen je eine Ocelle, der *Labidus* aber je ein sehr großes Facettenauge, das ich bei dem *Labidus Burchellii*, der die kleinsten Augen hat, auf gut 2000 Facetten schätze.)

Die Fühlhörner haben einen langen Schaft wie bei *Eciton*. Sie scheinen 12 Glieder zu haben (also wie *Eciton*, nicht wie *Labidus*); doch ist die Zählung etwas unsicher, und könnte es sein, daß ein 13. Glied an der Spitze der Basis noch nicht ganz ausgebildet sei.

Die Beine sind nicht lang, aber ganz eigentümlich plattenförmig abgeflacht und zwar sowohl die Schenkel als die Tibien und Tarsen, wie dies bei *Dichthadia* der Fall ist; sie sind aber nicht besonders breit.

Der Petiolus besteht aus einem mehr weniger dreieckig gerundeten Knoten, ähnlich wie bei vielen *Labidus*-Arten. Er setzt sich wie bei *Labidus* breit an das erste eigentliche Abdominalsegment, das nicht, wie bei *Eciton* und den Myrmiciden zu einem 2. Knoten verengt ist, sondern die gewöhnliche Form hat wie bei *Labidus*.

Die Zahl der Abdominalsegmente kann leider nicht mehr bestimmt werden, auch können die stark entwickelten, aber zum Teil verdorbenen äußeren männlichen Genitalien nicht mehr beschrieben werden. Daß sie vorhanden sind, ist trotzdem noch jetzt sehr deutlich nachzuweisen. Das Hypopygium ist vorspringend, lang, eng, zweispitzig, ganz typisch gebildet wie in der Gattung *Labidus*.

Was soll man nun zu diesem merkwürdigen Tier sagen, das wohl ebenso unzweifelhaft zu den Doryliden, das heißt zu *Labidus* (Hypopygium, Petiolus, Augen), als zu *Eciton* gehört, dabei aber *Dichthadia*-Beine hat und unzweifelhaft ein flügelloses Männchen ist!«

Herr Prof. Forel kommt dann zu dem Schluß, daß es sich hier um ein Ersatzmännchen handelt, stützt diesen Schluß durch die Analogie der Termiten, bei denen (nach Fritz Müller) Ersatzmännchen und Ersatzweibchen vorkommen, sowie durch das Vorkommen flügelloser Männchen bei anderen Ameisen, die ebenfalls als dimorphe Männchen aufzufassen sein dürften. Er schließt dann: »Somit kann ich die merkwürdige Puppe nur für ein dimorphes Männchen ansehen, das mehr oder weniger arbeiterähnlich ist, aber doch eine so intime Verwandtschaft zu *Labidus* zeigt, daß dadurch wohl so gut wie festgestellt sein dürfte, daß die *Labidus*-Arten die eigentlichen geflügelten Männchen der Ecitons sind, wie dieses von Smith, Emery (Bullet. entomol. ital. 1877) und mir (Bullet. soc. Vaudoise d. sc. nat. 1878, Vol. XV, No. 80, p. 365) vermutet worden ist, trotzdem *Eciton* zwei Glieder, *Labidus* nur ein Glied am Petiolus hat. Dieses zeigt nur von neuem, wie unrecht man hat, dieser

Zahl der Petiolus-Glieder einen so großen Wert beizulegen. — Als Weibchen für *Eciton* sollte noch ein *Dichthadia* ähnliches Tier gefunden werden, das zugleich dem flügellosen dimorphen Männchen ähneln dürfte.«

Beim Zusammenfallen der Gattungen *Eciton* Latr. und *Labidus* Jurine muß der Name *Eciton* als der ältere beibehalten werden.

Feijoa, ein Baum, der Vögeln seine Blumenblätter als Lockspeise bietet.

Von

Fritz Müller.

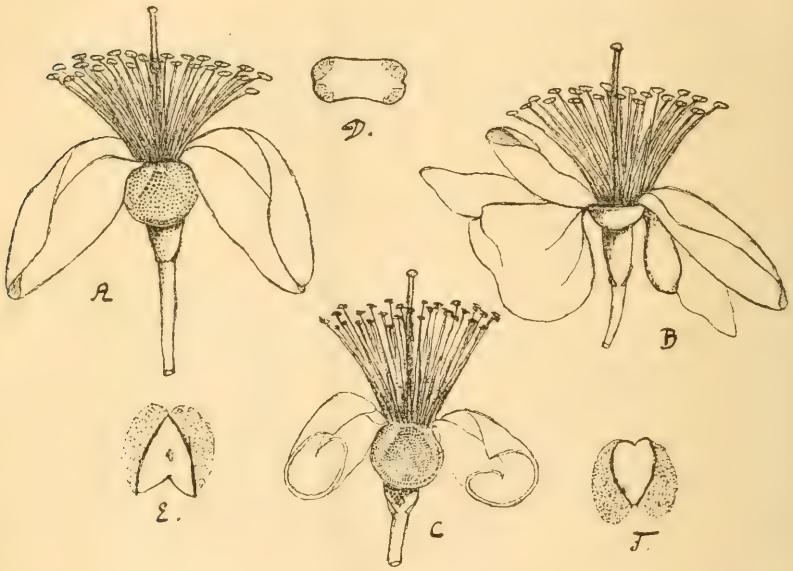
(Mit 1 Holzschnitt.)

Von unerschöpflicher Mannigfaltigkeit wie die Blumenwelt selbst sind die Anpassungen der Blumen an ihre Bestäubungsvermittler. Die zahlreichen, Europa fremden Pflanzenfamilien Brasiliens bieten noch eine Menge zum Teil ganz eigenartiger Anpassungen, die ihres Hermann Müller harren: das ist kaum mehr als selbstverständlich. In hohem Grade überraschend aber war es mir, inmitten einer Pflanzengruppe, deren hier nach Hunderten zählende Arten sich durch ermüdende Einförmigkeit ihres Blütenbaues und ihrer Bestäubungsweise auszeichnen, auf eine einzelne Art zu stoßen, die durch die Lockspeise, welche sie bietet, und die Gäste, welche sie dadurch zur Bestäubung heranzieht, nicht nur von all jenen Verwandten sich weit entfernt, sondern bis jetzt, soviel ich weiß, einzig dasteht in der gesamten Blumenwelt.

Jeder kennt die gemeine europäische Myrte und ihre Blumen mit den zarten weißen, fast in einer Ebene sich ausbreitenden Blumenblättern und dem reichen mehrreihigen Kranze zarter, dünner, ebenfalls weißer Staubfäden, die der einfache Griffel überragt. Ganz ähnlich sind die Blumen der vielen Bäume und Sträucher aus den hier so artenreichen Gattungen *Campomanesia*, *Psidium*, *Myrcia* und *Eugenia*, die ich im Küstengebiete wie auf dem Hochlande von Santa Catharina blühen sah. Alle sind einfach weiß. Viele Arten blühen so reich, daß der ganze Baum wie ein deutscher Kirschbaum mit Blütenschnee überschüttet scheint, und um deren nicht selten auch duftende Blumen pflegen sich dann bei günstigem Wetter zahlreiche Bienen, namentlich Meliponen zu sammeln. Andere Arten entfalten zwar nicht diese weithin leuchtende und oft auch duftende Blumenfülle, ja bei einigen brechen die Blumen,

unter der dicken Laubkrone versteckt, aus der nackten Rinde des Stammes und der älteren Äste hervor; doch sind sonst die Blumen nicht verschieden und Bienen dürften auch bei ihnen den Blütenstaub von Blume zu Blume, von Baum zu Baum tragen.

Aus diesem einförmigen Kreise seiner Verwandten tritt nun ein auf unserem Hochlande, z. B. bei Coritibanos nicht seltener Baum heraus, der dort wegen seiner als besonders wohlschmeckend gerühmten Frucht, der Goiaba do campo, allgemein bekannt ist. Als einzige Art bildet er die Gattung *Feijoa* und wird von Bentham und Hooker mit Recht als eine »stirps insignis« bezeichnet[1]. Wie der Name Goiabenbaum, den er auf unserem Hochlande führt, andeutet, erinnert der Baum



A—C. Blumen von *Feijoa*, von vorn gesehen, nat. Gr. In *B* ist das innerste Kelchblatt zu einem blumenblattartigen Beutel umgebildet. In *C* sind die Blumenblätter bereits abgebissen und die Staubbeutel verschrumpft. Meist bleibt von den Blumenblättern nur ein weit kürzerer Stumpf.

D—F. Staubbeutel, 15 : 2. *D* Querschnitt eines jungen Staubbeutels. *E* Aufgesprungener Staubbeutel von aussen. *F* Derselbe von innen.

in Wuchs und Belaubung an den jetzt weit in der Welt verbreiteten Goiabenbaum *(Psidium pomiferum)*.

Die Blumen der *Feijoa* stehen am Ende gewöhnlicher Zweige oder seltener in den Blattwinkeln an kurzen, gestauchten Zweiglein zu zwei bis fünf beisammen, nämlich bald ein einzelnes Paar, bald zwei über-

[1] Genera plantarum. Vol. I. pag. 712. Über einige morphologische Eigentümlichkeiten der Gattung *Feijoa* gedenke ich gelegentlich an anderer Stelle zu berichten.

einander und im Kreuz stehende Paare, bald außerdem noch eine Endblume; häufiger jedoch findet sich statt der Endblume eine Laubknospe, die später zu einem Zweige auswächst, sehr selten schon zur Blütezeit ein junges Blattpaar bringt. Die Blätter, in deren Winkeln die Blüten stehen, sind zu winzigen Schuppen verkümmert und ebenso bisweilen die Blätter, aus deren Winkel ein gestauchtes Blütenzweiglein entspringt. Die von einem etwa 15 mm langen Stiele getragenen und mit einem etwa halb so langen unterständigen Fruchtknoten versehenen Blumen werden dadurch nicht nur augenfälliger, sondern auch für ihre Besucher bequemer zugänglich, als wenn sie im Winkel voll entwickelter Blätter ständen. Die Blumen der kleinen Blütenstände erblühen nicht gleichzeitig, sondern einzeln eine nach der anderen und zwar wie gewöhnlich die Endblume, wenn sie vorhanden, früher als die des nächstunteren Paares; nur sehr selten kommt gleichzeitiges Aufblühen der beiden Blumen desselben Paares vor. Soviel ich an wilden Bäumen auf dem Hochlande und an einem Baume meines Gartens gesehen, erscheinen die Blumen immer nur sehr einzeln über den Baum verstreut; dafür aber zieht sich die Blütezeit monatelang durch das ganze Frühjahr hin.

Beim Aufblühen biegen sich die vier Kelchblätter (von denen die beiden äußeren, vorn und hinten stehenden 6 mm lang und ebenso breit, die beiden inneren, seitlichen 12 mm lang, 8 mm breit sind) mehr oder weniger nach unten zurück und zeigen nun ihre dunkelrotbraune Innenseite. Die vier Blumenblätter sind beim Aufblühen etwa 15 mm lang und breit, lederartig fest, fast halbkugelig nach außen gewölbt; sie breiten sich wagrecht aus oder biegen sich selbst noch etwas nach unten und wachsen nun rasch, etwa in Tagesfrist, zu ungefähr 25 mm Länge und 30 mm Breite, wobei sie sich derart nach innen einrollen, daß ein kaum ein Drittel so breites Rohr entsteht und von der oberen Blattfläche nichts zu sehen bleibt; es ist dabei fast ausnahmslose Regel, daß die benachbarten Blätter in entgegengesetztem, die gegenüberstehenden also in gleichem Sinne gerollt sind, und zwar sind in der Regel das rechte vordere und das linke hintere Blumenblatt rechtsgerollt, das linke vordere und das rechte hintere linksgerollt. (Fig. A u. C.)

Mit diesen Veränderungen in Größe und Gestalt gehen gleichzeitig Wandlungen in Farbe und Geschmack vor sich. Beim Aufblühen zeigt die gewölbte Außenseite der Blumenblätter ein schmutziges, gelbliches, mit bräunlichen und rötlichen Punkten und Fleckchen bestreutes Weiß, die weißgerandete hohle Innenseite ein schmutziges helles Purpurrot. Dagegen ist die allein sichtbare Außenseite der ausgewachsenen, eingerollten Blumenblätter von reinstem Weiß, die Farbe der Innenseite ist fast ganz verblaßt. Anfangs lederartig und fast geschmacklos (nur ganz schwach harzig oder brennend, wie es in stärkerem Grade viele unreife Myrtaceenfrüchte sind), sind die völlig entwickelten, ziemlich dicken Blumenblätter weich und zuckersüß ohne jeden Beigeschmack.

Die Staubfäden, deren Zahl meist zwischen 50 und 60 liegt (ich fand von 44 bis 68), bilden einen mehrreihigen Kranz nach innen von den Blumenblättern. Sie sind dunkelblutrot, etwa 18 mm lang, dick, steif, nach oben verjüngt und breiten sich zu einem Kegelmantel aus,

der unten etwa 7, oben gegen 30 mm Durchmesser hat. Die Staubbeutel haben ein breites, dickes Mittelband (Fig. D), an dessen gewölbten Seitenrändern die beiden Doppelfächer sich hinziehen, oben und unten sich fast berührend; im unteren Teile des Staubbeutels liegen die Fächer etwas mehr nach innen, im oberen etwas mehr nach außen[1]. Nach dem Aufblühen stellen sich die Staubbeutel fast wagerecht; ihr Aufspringen fällt ungefähr zusammen mit der völligen Ausbildung der Blumenblätter: die verschrumpften Wände der Staubfächer bilden nun eine durch ihre dunkle Farbe sehr auffällige scharfe Grenzlinie zwischen Mittelband und Blütenstaub (Fig. E, F), oben wie unten eine herzförmige Fläche umrahmend, die auf der inneren (jetzt oberen) Seite des Staubbeutels ihre Spitze nach unten, auf der äußeren Seite nach oben kehrt. Das helle Gelb des Blütenstaubes sticht prächtig ab gegen das dunkle Blutrot der Staubfäden. Der wie die Staubfäden dunkelblutrote, steife, nach oben verjüngte, etwa 20 mm lange Griffel überragt den Staubgefäßkranz und endet in eine kaum merklich knopfförmig verdickte Narbe. — Die Blumen sind geruchlos: der zwischen Staubfäden und Griffel frei bleibende Ring scheint keinen Honig abzusondern.

Zweimal traf ich Blumen (Fig. B), bei denen das innerste Kelchblatt (das eine der beiden seitlichen Kelchblätter deckt nämlich in der Knospe das andere) blumenblattartig entwickelt war; es bildete einen großen, tiefen Beutel mit schwach eingerollten Rändern und hatte die weiße Farbe, die saftige Beschaffenheit und den süßen Geschmack der Blumenblätter. Bemerkenswert ist dabei, daß ich diese beiden Blumen an demselben Tage fand; da ich den Baum von Beginn der Blütezeit an im Auge behalten, kann ich mit ziemlicher Sicherheit sagen, daß er in diesem Frühjahr weder vorher noch nachher solche Blumen gebracht hat. Ähnliches kam mir kurz vorher an einem *Abutilon* vor, an dem ich Bestäubungsversuche machte und auf dessen Blumen ich daher seit Monaten geachtet hatte; an einem einzigen Tage, aber weder früher noch später, traf ich zwischen den gewöhnlichen fünfzähligen zwei sechszählige Blumen. Häufiger, aber auch leichter zu verstehen als dieses gleichzeitige mehrfache Auftreten derselben Bildungsabweichung ist bekanntlich die Wiederkehr irgend einer absonderlichen Bildung der Blumen an einem bestimmten Zweige einer Pflanze oder eines Blütenstandes; beide Fälle aber, das zeitliche wie das örtliche Zusammentreffen, verdienen die Beachtung derer, die über die Gesetze der Variation und der Vererbung spekulieren.

Von Bienen werden die prächtigen Blumen der *Feijoa* wenigstens in meinem Garten kaum besucht; nur selten sah ich einzelne Arapuá *(Trigona ruficrus)* Blütenstaub sammelnd über die in eine ringförmige Fläche geordneten Staubbeutel hinschreiten, wobei natürlich die weit

[1] Sie bilden also eine Ausnahme von der Regel, daß bei den Myrtaceen die „Antheren allgemein intrors“ sind (Eichler's Blütendiagramme II, S. 483). — Bentham und Hooker nennen (a. a. O.) diese in einer Ebene liegenden, gebogenen, oben und unten fast zusammenstoßenden, in der Mitte weit auseinander weichenden Fächer „loculi paralleli“! Mit gleichem Rechte könnte man die beiden Hälften eines Kreises parallel nennen.

darüber hinausragende Narbe von diesen kleinen schwarzen Bienen nicht berührt wurde. Dagegen fiel mir auf, daß meist kurz nach der völligen Entwickelung der Blumenblätter diese abgefressen waren, und zwar wie mit einem einzigen kräftigen Bisse bald zur Hälfte, bald fast bis zum Grunde weggeschnitten. Da, wer es auch sein mochte, die wenigen gleichzeitig blühenden Blumen des Baumes rasch abthun konnte, war wenig Aussicht, gelegentlich den Thäter zu erwischen, und ich gab daher meinem fast fünfjährigen Enkel Hans Lorenz den Auftrag, den Baum zu überwachen und aufzupassen, wer ihm die süßen Blumen wegfräße. Schon nach wenigen Tagen rief er in mein Zimmer: »Komm geschwind, Großvater! ein schwarzer Vogel frißt die Blumen!« — Und so war es. Auf einen höheren Zweig sich setzend, der sich unter seiner Last auf die Blume niederbog, biß er die leckeren Blumenblätter ab, dabei natürlich mit der Kehle auf Narbe und Staubbeutel aufschlagend oder auch je nach der Stellung des abzubeißenden Blumenblattes dieselben mit der Oberseite des Kopfes streifend. Seltener, wie es scheint, setzt sich der Vogel auf den Zweig, der die Blume trägt. Ich habe später den Vogel noch mehrmals bei dieser Beschäftigung getroffen und auch sein braunes Weibchen bei demselben Schmause gesehen. Es ist wahrscheinlich ein *Thamnophilus*, in welcher Gattung mehrfach die Männchen schwarz, die Weibchen braun sind. Ob auf dem Hochlande, in der Heimat der *Feijoa*, derselbe Vogel ihre Blumen speist oder ob hier ein Vogel an den süßen Blumen sich labt, die dort ein anderer für sich gezüchtet, bleibt zu ermitteln.

»In Europa sehen wir Vögel nur ausnahmsweise von Blumen angelockt. Sperlinge z. B. beißen gern die Blüten der gelben *Crocus* ab, Dompfaffen beißen mit ererbter Geschicklichkeit aus Schlüsselblumen gerade denjenigen Querschnitt aus dem unteren Teile der Blüte heraus, welcher den Honig enthält. Irgend welche Anpassung der Blumen, welche solche gelegentliche feindliche Angriffe von Vögeln unschädlich machte oder gar in einen Vorteil für die Pflanze verwandelte, hat sich daher, eben wegen der Seltenheit dieser Angriffe, bei keiner unserer Blumen durch Naturauslese geeigneter Abänderungen ausprägen können[1].«

Feijoa bietet nun eine solche, in hoher Vollkommenheit ausgeprägte Anpassung. Statt ihre stattlichen, 25 mm langen, 30 mm breiten Blumenblätter flach ausgebreitet zur Schau zu stellen, aus denen dann aber die Vögel auf einmal nur ein verhältnismäßig kleines Stück herausbeißen könnten, rollt sie ihnen dieselben wie einen Eierkuchen zu einem einzigen bequemen Bissen zusammen, und statt der früher wahrscheinlich, worauf die Farbe der jüngeren Blumenblätter hinzudeuten scheint, in Purpur prangenden Oberseite kleidet sie nun die früher unscheinbare Unterseite der Blumenblätter in weithin leuchtendes Weiß. Auch die festen, steifen Staubfäden und Griffel sind wohl als Anpassungen an die großen Kreuzungsvermittler aufzufassen; man findet sie, noch stärker ausgeprägt, fast holzig, bei *Heliconia* und *Ravenala* wieder.

[1] Hermann Müller, Die Wechselbeziehungen zwischen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Insekten. 1879. S. 16.

Wie diese Anpassungen allmählich zu stande kamen, darüber sind kaum Vermutungen zu wagen, da eine weite Kluft die *Feijoa* von ihren Verwandten trennt und alle Zwischenglieder fehlen.

Über die Entwickelung der menschlichen aus der tierischen Sprache.

Von

Dr. **Carl Franke** (Leisnig).

Ist es der Sprachwissenschaft auch gelungen, für viele Sprachen eine einheitliche Ursprache zur Evidenz nachzuweisen, so vor allem einesteils für die indogermanischen, wozu fast alle europäischen sowie die persische und indische gehören, andernteils für die semitischen, so unmöglich scheint ihr die Zurückführung aller menschlichen Sprachen auf eine einheitliche Ursprache zu sein. Zwar zeigen auch Sprachen ganz verschiedenen Stammes vereinzelte Übereinstimmungen, doch kann ohne Zweifel der Zufall auch sein Spiel dabei gehabt haben. Sehr widersprechende Ansichten über die Entstehung der menschlichen Sprache wurden daher aufgestellt, und vollständig fern schien sich die Sprachwissenschaft der Frage halten zu dürfen: Hat die menschliche Sprache einen gemeinsamen Ursprung mit der anderer Lungengeschöpfe? Denn von ihr wurde die Sprache als ein ausschließliches Privilegium des Menschen vor allen andern Geschöpfen der Erde angesehen.

Diese Frage streift aber das Gebiet dreier Wissenschaften: der Zoologie, der Philosophie und der Sprachwissenschaft. — Von zoologischer Seite, so von Jäger (Kosmos II. Bd., S. 453), ist die Ansicht aufgestellt worden, daß ‚die Menschensprache nur eine Fortentwickelung der Tiersprache' sei. Ähnliches und sehr Treffendes sagt auch Weinland ebendaselbst S. 43. Es wäre jedoch sehr wünschenswert, wenn diese Frage auch von den beiden andern genannten Wissenschaften schärfer ins Auge gefaßt würde. Denn nur ein einheitliches Zusammengehen aller drei kann dieselbe zur Lösung bringen, wie auch durch eine solche das Erkenntnisgebiet aller drei bereichert würde. Jedenfalls dürfte hier, um die Frage auf dem Laufenden zu erhalten, eine Besprechung derselben nicht ganz überflüssig sein, wiewohl manches bereits Gesagte dabei wiederholt werden muß.

Nach der gewöhnlichen Erklärung ist die Sprache das Mittel des gegenseitigen Gedankenaustausches verschiedener Individuen. Da nun nach der hergebrachten Auffassung den Tieren die Fähigkeit des Denkens abgeht, so muß ihnen auch das abgehen, was nach dieser Erklärung Sprache heißt.

Wenn aber nun Geschöpfe, welchen zwar die eine psychische Thätigkeit des Denkens fehlte, nicht aber die des Empfindens und des Wollens, ein Mittel besäßen, sich gegenseitig über ihre Empfindungen und Willensbestrebungen (Wollungen in der philosophischen Sprechweise) zu verständigen, würde man diesem Mittel die Bezeichnung ‚Sprache' vorenthalten können? — Offenbar ist nicht das Denken, sondern die Fähigkeit der gegenseitigen Verständigung das Wesentlichste der Sprache; und diese dürfte als das Mittel der gegenseitigen Verständigung verschiedener Individuen zu definieren sein. Auch möchte diese Definition um so passender erscheinen, als sich schwer bestimmen läßt, wo sich zur Willensbestrebung die Denkthätigkeit in ihrer niedrigsten Form gesellt. Werden durch dieses Mittel Empfindungen, Willensbestrebungen und Gedanken ausgetauscht, so wird eine derartige Sprache zwar auf einer weit höheren Stufe stehen als eine, durch welche nur Empfindungen und Willensbestrebungen oder sogar nur eine von diesen letzteren beiden vermittelt werden; doch das Wesentlichste des Begriffes ‚Sprache' ist beiden gemeinsam.

Wenn wir nun in Hinsicht darauf das Tierreich betrachten, so führt uns die Lebensweise der niederorganisierten Tiere, wie der Pflanzen- und Muscheltiere, der Würmer u. dergl. zu der Ansicht, daß ihnen jedes Mittel der gegenseitigen Verständigung abgeht. Auch von den meisten Insekten, Fischen, Reptilien und Amphibien dürfen wir ein gleiches annehmen und derartige Geschöpfe mit Recht als sprachlose bezeichnen. Es sind offenbar solche, deren seelische Entwickelung eine sehr niedere ist und die unfähig sind, von dem Menschen weiter kultiviert zu werden.

Ihnen gegenüber stehen Tiere, deren menschenähnliches Thun und Lassen nicht nur auf eine höhere seelische Entwickelung, sondern auch auf eine Sprache in dem oben definierten Sinne schließen läßt. Es sind das unter den Insekten vor allem die Bienen und Ameisen. In geringerem Grade mag es auch bei den Wespen und Hummeln der Fall sein. Wäre wohl die Ordnung, welche in einem Bienen- und Ameisenstaate herrscht, wäre das gemeinsame zielbewußte Handeln dieser Tiere ohne irgend ein Mittel der gegenseitigen Verständigung, d. i. ohne eine Sprache möglich? — Daß sich die Ameisen untereinander verständigen können, beweist auch der von Sir John Lubbock (vergl. Kosmos II. Bd., S. 60) gemachte Versuch: Eine Ameise wurde zu einigen Puppen gebracht. Sie ging darauf in ihr Nest zurück und holte zu wiederholten Malen andere Ameisen herbei, um sie zu den Puppen zu geleiten. Offenbar muß sie jenen in irgend einer Weise begreiflich gemacht haben, daß sie ihr folgen sollten. Welcher Sinn der Träger dieser Bienen- und Ameisensprache ist, ob wie bei uns der Gehörsinn, und ob vielleicht die von den Ameisen hervorgebrachten Töne zu hoch sind, um von unserm Ohr gehört zu werden, ob der Tastsinn oder irgend ein anderer? Dieses würden Fragen sein, welche der Untersuchung von seiten der Naturwissenschaft wohl würdig wären, welche aber für unsere Frage nicht in Betracht kommen. Denn der Bau dieser Geschöpfe ist so grundverschieden von dem menschlichen, daß wohl kaum eine Ähnlichkeit der Sprache zu erwarten ist. — Anders steht es mit den uns im Baue so nahe ver-

wandten warmblütigen Tieren, den Säugetieren und Vögeln. Während bei allen andern Tierarten, abgesehen von den oben besprochenen Insekten, die einzelnen Individuen derselben Art sich nur zum Zweck der Begattung umeinander kümmern, welche sie jedoch lediglich vom Geschlechtstrieb geleitet, ohne alle Verständigung vornehmen können, die Ausbrütung der Eier und Heranbildung der Jungen aber vollständig der Mutter Natur überlassen, tragen bei den warmblütigen Geschöpfen die Eltern nicht nur für die erste Nahrung der Jungen Sorge, sondern auch für die Entwickelung der denselben von der Natur verliehenen Fähigkeiten, ja warnen sie sogar zum Teil vor drohenden Gefahren. Hier haben die Jungen die Fähigkeit, die Alten auf ihre Schmerzen und Bedürfnisse aufmerksam zu machen, und letztere diejenige, jene zu verstehen. Es ist also ein Mittel der gegenseitigen Verständigung, d. i. eine Sprache vorhanden. Wäre auch eine derartige, unserem Familienleben so nahe kommende Lebensweise, wie sie die meisten Säugetiere und Vögel haben, ohne eine solche denkbar?

Ferner bringen diese Geschöpfe Laute in ganz ähnlicher Weise und mit denselben Organen, wie der Mensch die Sprachlaute, hervor: aus der Lunge kommt der Luftstrom und erzeugt in der Stimmritze des Kehlkopfes den Stimmton, welcher dann durch die Teile des Mundes mehr oder minder modifiziert wird. Auch die Veranlassung zu diesen Lauten ist eine ähnliche wie bei uns. Sie werden hervorgebracht bei psychischen Erregungen, wie der Freude, des Schmerzes, der Furcht, der Wut, dann bei gegenseitiger Begegnung, und je nachdem sind sie verschieden. Wie anders bellt der Hund, wenn er seinen Herrn begrüßt, als wenn er einen Fremden angreift! Er winselt, wenn er Schmerz empfindet; er knurrt, wenn er sich ärgert und mit einem Angriffe droht.

Zwar ist die erste Veranlassung zu diesen Lauten klar. Es ist das wohl für alle mit Lungen atmenden Geschöpfe geltende Gesetz, daß eine seelische Erregung eine Lautäußerung verursacht. Doch gerade dieses Gesetz scheint mir die gemeinsame Grundlage zu sein, auf der sich bei den Menschen wie bei den andern warmblütigen Lungengeschöpfen die Sprache entwickelt hat. Die mit Lungen atmenden Geschöpfe schreien bei Schmerz- und Lustempfindungen, und der erste Schrei, den ein solches Geschöpf ausstieß, war das für die Sprache, was die Bildung der ersten Zelle für alle Lebewesen war. Solange nun diese Laute nur infolge jenes Gesetzes hervorgebracht werden und von den andern Individuen derselben Art unbeachtet bleiben, ist noch kein Mittel der Verständigung, also keine Sprache vorhanden. Sobald aber die andern Individuen derselben Art durch diese Laute die Empfindungen und Bedürfnisse der schreienden erkennen, beginnt schon die Verständigung, also die Sprache. Zwar ist dieselbe dann noch eine einseitige, und dies ist zunächst der Fall zwischen den neugebornen Säugetieren sowie ausgebrüteten Vögeln und ihren Alten. Erstere schreien oder winseln infolge des oben erwähnten Gesetzes, letztere verstehen sie aber. Haben jedoch die schreienden Geschöpfe die Absicht, sich durch das Schreien verständlich zu machen, dann ist offenbar der zweite große Schritt in der Sprachentwickelung gethan. Ob nun die schon mehr entwickelten Jungen

diese Absicht bei dem Schreien haben, wage ich nicht zu entscheiden, doch das Gebaren halbflügger Vögel bei dem Herannahen der Nahrung bringenden Alten läßt dieses vermuten. Unzweifelhaft hat aber der Hund diese Absicht, wenn er an dem speisenden Herrn winselnd in die Höhe springt oder vor einer verschlossenen Thür so lange bellt, bis dieselbe geöffnet wird. Ein Hund, der einst vor dem Schlafengehen nicht wie gewöhnlich zur Verrichtung seiner Notdurft hinausgelassen worden war, weckte in der Nacht seinen Herrn und winselte dann vor der verschlossenen Thür. Diese Handlungsweise beweist, daß der Hund wußte, durch Hervorbringung von Lauten würde er sich seinem Herrn verständlich machen. Daß die Hunde gewöhnt sind, aus gewissen Lauten auf eine Absicht desjenigen zu schließen, der sie hervorbringt, zeigt folgender, von mir selbst beobachteter Vorgang. In einer Gaststube, in der sich auch drei Hunde befanden, war ein Gast eingeschlafen und schnarchte. Dieses Schnarchen hatte große Ähnlichkeit mit dem Knurren der Hunde. Bald fing auch der eine Hund zu knurren an, dann die anderen. Schließlich versammelten sich alle drei vor dem Schnarchenden, knurrten immer heftiger und fingen schließlich zu bellen an. Als aber jener sich dadurch nicht stören ließ, verließen sie ihn und ignorierten ihn nun vollständig. Der Hund knurrt offenbar in der Absicht, um zu drohen. Jene dem Knurren so ähnlichen Laute haben die erwähnten Hunde als Drohung aufgefaßt, daher ihre immer heftiger werdende Erwiderung. Schließlich haben sie aber eingesehen, daß sie den Schnarchenden ‚falsch verstanden hatten', und ließen ihn nun ruhig weiter schnarchen. — Bekannt ist auch, daß gewisse häufig der Verfolgung der Menschen ausgesetzte Tiere wie Gemsen und Rebhühner, welche letztere jedenfalls nicht zu den intelligentesten Tieren gehören, Wachen ausstellen, die bei drohender Gefahr Warnungslaute ausstoßen. Auch die lärmenden Versammlungen der Stare vor Antritt ihrer Wanderschaft findet ihre natürlichste Erklärung darin, daß diese Tiere sich beraten. Ferner stößt nach Weinland (Kosmos II. Bd., S. 47) der Star einen dem s ähnlichen Laut aus, um seinen Jungen Ruhe zu gebieten. — Ein nicht unbedeutendes Argument dafür, daß Säugetiere und Vögel gewöhnt sind, sich durch Laute zu verständigen, scheint mir der Umstand zu sein, daß sie vom Menschen abgerichtet werden können, auf einen bestimmten Namen zu hören oder auf ein bestimmtes Wort etwas zu thun oder zu unterlassen. Selbst Säugetiere von sehr geringer Intelligenz, wie Schafe und Kaninchen, lernen auf einen bestimmten Namen hören. Hunde aber strecken auf das Wort ‚tot' alle viere von sich. Mir ist einer bekannt, der auf das Kommando: ‚Mach die Augen zu!' die Augen schließt. Ein anderer rührte die leckerste Speise nicht an, sobald man ihm zurief: ‚S' ist vom Juden', fraß sie aber sofort mit größtem Behagen, sobald man darauf zu ihm sagte: ‚S' ist vom hübschen Mädchen.' Der Herr dieses Hundes erzählte mir, daß er diesen, als er einst genascht hatte, unter den oft wiederholten Worten: ‚S' ist vom Juden', tüchtig durchgeprügelt habe. Auf diese Weise lernte der Hund begreifen, daß diese Worte für ihn das Verbot des Fressens enthielten. Und nicht nur ihre eignen, sondern auch die Namen anderer ihnen bekannter Hunde merken dieselben, wie

ich mich selbst bei einem überzeugte, der bei dem Namen eines andern Hundes, mit dem er öfter spielte, welcher aber im Augenblick nicht anwesend war, sichtlich aufgeregt wurde und zu suchen anfing. — Daß Kavalleriepferde die Kommandos oft besser verstehen als die darauf sitzenden Rekruten, ist bekannt. — Alles dieses wäre nicht möglich, wenn die Säugetiere und Vögel nicht von Natur daran gewöhnt wären, Laute, die von anderen Individuen ihnen zugerufen werden, als an sie gerichtete Aufforderungen, etwas zu thun oder zu unterlassen, zu betrachten.

Ja, es könnte überhaupt ein so intimer Verkehr, wie der Mensch ihn mit den Säugetieren und Vögeln hat, nicht stattfinden ohne die Fähigkeit einer gegenseitigen Verständigung. In weiterem Sinne existiert eine Sprache, durch welche, wenn nicht alle, so doch die meisten warmblütigen Geschöpfe sich mit einander verständigen können. Und dieses ist der Hauptgrund, weshalb der Mensch sich zu Säugetieren und Vögeln hingezogen fühlt und einen Teil derselben zu seinen Dienern gemacht hat. Bei ihnen kann er deutlich die Klagelaute von den Lauten der Freude unterscheiden. Er weiß also, ob sie von Schmerz oder Freude erfüllt sind. Die Tiere aber lernen es unterscheiden, ob er sie lobt oder tadelt, und je länger und intimer der Verkehr ist, um so größer wird das gegenseitige Verständnis. — Auch daß Katzen oder andere Tiere sich der verlassenen Jungen ganz anders gearteter warmblütiger Geschöpfe, wie Enten, nach dem Bericht der »Gartenlaube«, erbarmten, läßt sich nur dadurch erklären, daß sie deren Klagelaute verstanden.

Viel schwerer schon ist es für den Menschen, das jeweilige Befinden der kaltblütigen Lungentiere, der Reptilien und Amphibien zu erkennen. Das Zischen der Schlange faßt er als Drohung auf und das ‚muntere' Quaken der Frösche in schönen Sommernächten als Zeichen des Wohlbehagens; doch damit ist es auch fast aus. Bei allen Tieren aber, die keine Lungen haben, ist es ihm ganz [1] unmöglich. Durch nichts merkt er unmittelbar, ob das verstümmelte Insekt oder der zertretene Wurm Schmerzen empfindet oder ob die raschen Bewegungen des Fisches von Freude oder Furcht veranlaßt werden. Deshalb ist er auch viel eher fähig, derartige Tiere zu quälen als warmblütige.

Es wäre noch die Frage zu beantworten, ob die Laute, welche einige Reptilien und Amphibien, wie Schlangen, Eidechsen und Frösche, ausstoßen, auch zur gegenseitigen Verständigung dienen, also auch Sprachlaute sind. Das Quaken der Frösche mag wohl nur infolge jenes Gesetzes stattfinden, daß bei Lungentieren physische oder psychische Empfindungen Laute veranlassen; es mögen nur Laute der Wollust und zwar vielleicht durch den Geschlechtstrieb veranlaßte sein ohne eine Absicht, sich bemerklich zu machen. Wenigstens zwingt uns die Lebensweise dieser Tiere nicht dazu, bei ihnen das Vorhandensein einer Sprache anzunehmen. Bei einer Eidechsenart *(Anolis)* aber glaubt Weinland (Kosmos II. Bd. S. 46) einen Lockton bemerkt zu haben. Ist dem so, d. h. hat das Tier (wohl das Männchen) bei Ausstoßung dieses Tones die Ab-

[1] Wissenschaftliche Experimente kommen natürlich nicht in Betracht.

sicht, ein anderes Tier seiner Art (wohl das Weibchen) zu locken, so muß ihm der Besitz einer Sprache zuerkannt werden, selbst wenn dieselbe nur aus diesem einzigen Tone bestände. Es ist durchaus möglich, daß bei einigen Reptilien und Amphibien die Lungenlautsprache in ihrer primitivsten Form beginnt und hier vielleicht nur im Dienste des Geschlechtstriebes steht, was bei den Vögeln entschieden der Fall ist, denn das singende Männchen hat doch unzweifelhaft die Absicht, das Weibchen anzulocken. So wäre auch der Übergang von dem absichtslosen Hervorstoßen der Laute infolge des Wollustgefühls nach dem öfter erwähnten für Lungentiere geltenden Gesetze in das absichtliche Ausstoßen dieser Laute zum Herbeilocken des Weibchens sehr leicht begreiflich und damit, wie der erste Ansatz zur Sprache geschah. Je weiter sich in den höherstehenden Tierklassen die Intelligenz entwickelte, desto weiter entwickelte sich auch die Sprache. Bei den begabtesten Säugetier- und Vögelarten hat sie vielleicht eine höhere Stufe erlangt, als wir ahnen. Doch wird es im wesentlichen richtig sein, wenn wir die Sprachen der Säugetiere und Vögel als Interjektionssprachen bezeichnen, d. h. als Sprachen, die aus verschiedenen Lauten bestehen, welche bei verschiedenen Empfindungen und Willensbestrebungen ausgestoßen werden.

Eine derartige Sprache besitzt auch der menschliche Säugling, und eine derartige hat auch der Urmensch besessen. Da nun die von den Säugetieren und Vögeln ausgestoßenen Laute des Schmerzes, der Freude, des Zornes, der Furcht u. a. noch von uns und von Säugetieren und Vögeln anderer Arten verstanden werden, wie darzuthun versucht wurde, so geht daraus hervor, daß diese Interjektionssprachen einen einheitlichen Ursprung haben. — Wenn nun hier keineswegs die Möglichkeit geleugnet werden soll, daß bereits bei den intelligenteren Säugetieren und Vögeln eine Weiterentwickelung von der ersten Sprachstufe, d. h. von der Interjektionssprache stattgefunden hat, wie wir ja auch unserm menschlichen Denken ähnliche seelische Vorgänge bei denselben nicht ohne weiteres leugnen können, so kann bei ihnen doch nur von den ersten Ansätzen zu einer Gedankensprache, nicht aber von letzterer selbst die Rede sein. Möglich, daß sich die intelligentesten Arten derselben zu einer solchen gerade so verhalten wie die intelligentesten der kaltblütigen Lungentiere zu der Interjektionssprache. Möglich, daß die Tierpsychologie noch manches Licht darüber verbreitet. Nach dem jetzigen Stand der Dinge ist nur dem Menschen eine wirklich entwickelte Gedankensprache zuzuschreiben.

Wie aber ist diese Entwickelung aus der Interjektionssprache erfolgt? Neben der Lautsprache hatte sich eine andere, die Gebärdensprache entwickelt, welche an und für sich natürlicher und einfacher ist. Denn es liegt offenbar näher, auf den Gegenstand, der die Aufmerksamkeit erregt, hinzuweisen oder an ihm in die Höhe zu springen, als ihn durch einen Laut zu bezeichnen. Dieselbe scheint aber mehr den Säugetieren zuzukommen, deren Gliedmaßen sich viel besser dazu eignen als die der Vögel. Jedoch kann man deren Schnäbeln auch als Gebärdensprache auffassen. Bezüglich der Säugetiere mag an das Wedeln und

freudige Emporspringen des Hundes, an sein Zeigen der Zähne, an das Schnurren der Katze, an das Stampfen des Pferdes erinnert werden. Eine ganz besondere Entwickelung hat sie aber bei den Affen erlangt, wo besonders die Gesichtsmuskeln dazu verwendet werden. Daß der Affe durch sein Gesichterschneiden sich verständlich machen will, wird wohl niemand bezweifeln, der einen bettelnden oder gezüchtigten Affen beobachtet hat. Außerdem bedient er sich auch der Hände zu diesem Zwecke. — Eine Gebärdensprache besitzt nun auch der Mensch. Das Zeigen oder Winken mit einem Finger oder der ganzen Hand, das Ringen oder Falten der Hände, die geballte Faust, das Halten der ausgestreckten Hand an die Nase, das Stampfen mit dem Fuß, das Zucken der Achseln, das Knirschen der Zähne, das Schütteln oder Nicken des Kopfes, das Herausstrecken der Zunge, das Beißen auf die Lippen sind alles Zeichen dieser Sprache.

Wenn man nun die Verwendung der menschlichen Gebärdensprache mit der der Lautsprache vergleicht, so findet man folgende Unterschiede:

1) Während das Kind die Interjektionssprache mit auf die Welt bringt, erlernt es doch früher die Gebärden- als die weiteren Stufen der Lautsprache. Es lernt eher auf den erstrebten Gegenstand zeigen, als ihn mit einem bestimmten Laute bezeichnen.

2) Während die Lautsprache bei den kultiviertesten Völkern die höchste Entwickelung erlangt hat, ist es bei der Gebärdensprache umgekehrt. Sie ist gerade bei den unkultivierteren Völkern mehr entwickelt, so bei den Negern, Indianern u. a. Auch bedienen sich bei uns die Kinder derselben mehr als die Erwachsenen.

3) Während eine bestimmte Lautsprache nur von verhältnismäßig wenigen verstanden wird (die Vermittelung der künstlichen Erlernung darf hierbei natürlich nicht in Betracht kommen) und während fort und fort in den vorhandenen Lautsprachen der Trieb zu weiterer Spaltung vorhanden ist, werden viele Zeichen der Gebärdensprache von allen Völkern verstanden, so daß sie die natürliche Vermittlerin zwischen Menschen verschiedener Zungen ist.

4) Während sie schon unter den zuletzt erwähnten Umständen meist bald eine größere Ausbildung findet, hat sie eine ungeheuer hohe Stufe bei denjenigen Menschen erreicht, denen die Natur die Lautsprache versagt hat, bei den Taubstummen. Dadurch wird deutlich bewiesen, daß die Gebärdensprache eine ähnliche Entwickelungsfähigkeit wie die Lautsprache besitzt.

Alle diese Umstände weisen darauf hin, daß unsere Gebärdensprache etwas Rudimentäres, im Absterben Begriffenes ist, welches einst eine größere Entwickelung hatte. — Bringen wir dieses mit dem schon vorher berührten Umstande in Verbindung, daß die Affen wahrscheinlich eine reichere, mindestens aber keine ärmere Gebärdensprache besitzen, während doch ihre Lautsprache unvergleichlich ärmer als die unsrige ist, so folgt daraus der Schluß: Diejenige Art von Geschöpfen, aus denen sich einerseits die Menschen, anderseits die Affen entwickelten, hatte beide Sprachen, die Laut- und die Gebärdensprache. Während nun bei den Affen die Lautsprache keine weitere Fortbildung fand, sondern nur die Gebärdensprache,

war bei den Menschen anfangs die Gebärdensprache reicher als jetzt und wurde dann infolge der steigenden Entwickelung der Lautsprache immer ärmer. Für die Menschheit ist also ein Zeitpunkt anzunehmen, wo ihre Lautsprache eine Interjektionssprache war, und diese diente hauptsächlich zur Äußerung der Empfindungen. Außerdem besaß sie aber eine reich entfaltete Gebärdensprache, welche hauptsächlich im Dienst der Bestrebungen des Willens stand. Lange mögen sich auf diese Weise die Menschen beholfen haben.

Endlich aber trat eine Verschmelzung der Interjektionssprache mit der Gebärdensprache ein und durch diese gelangte die Lautsprache auf ihre zweite Stufe, auf die der Lautgebärdensprache. — Die Gebärdensprache hat nämlich einen großen Übelstand. Sie braucht zur Vermittelung das Auge. Da nun aber das menschliche Auge nur den kleineren Teil der Umgebung auf einmal überschauen kann, so war für viele Fälle die Gebärdensprache unbrauchbar. Das menschliche Ohr hingegen, welches die Lautsprache vermittelt, nimmt den Schall von allen Seiten auf, ist also viel geeigneter zum allgemeinen Gebrauch. Dieses ist der Grund, weshalb nicht die Gebärdensprache, sondern die Lautsprache bei dem Geschöpfe, welches infolge seiner seelischen Begabung das größte Bedürfnis zur Mitteilung hat, zur höheren Entwickelung gelangte. Der erwähnte Übelstand wurde aber durch eine einfache, zunächst rein mechanische Verbindung beider Spracharten gehoben. Derjenige, mit dem man sich durch Gebärden verständigen wollte, mußte erst darauf aufmerksam gemacht werden, und dieses geschah durch Ausstoßung einer Interjektion. Nach Schultze (Kosmos Band VII, S. 28) soll noch jetzt die Wortsprache mancher wilden Horden so unvollkommen sein, daß sie zur Vervollständigung derselben der Gebärdensprache gar nicht entraten können. Man rief also erst die Interjektion aus und machte dann die Gebärde. Wie noch in der jetzt bei uns üblichen Gebärdensprache und auch in der der Affen ist der Kopf mit seinen Teilen und zwar auch die Zunge thätig. Es war ganz natürlich, daß man zur Bezeichnung von Thätigkeiten des Kopfes und seiner Teile den Kopf und die betreffenden Teile selbst verwendete. Von letzteren waren aber infolge ihrer Beweglichkeit die Zunge, nächst dieser die Lippen am geeignetsten dazu und wurden durch den Gebrauch noch mehr geübt und gekräftigt. Für die Bezeichnungen der Empfindungen dienten die vorhandenen Interjektionen; nächst diesen war wohl das wichtigste, sich darüber zu verständigen, was man selbst thun wollte oder was ein anderer thun sollte. Es waren also Verbalformen nötig. — Wollte nun jemand anzeigen, daß er die Zähne gebrauchen wollte, so konnte er dieses einfach dadurch thun, daß er die Zähne wies, ähnlich wie der Hund mit Beißen droht und wie jetzt noch wilde Völker mit den Zähnen fletschen. Die wichtigste Verrichtung der Zähne ist das Aufnehmen und Zerteilen der festen Nahrungsstoffe, das Essen. Wollte man anzeigen, daß man essen wollte, so öffnete man mit Hervorstoßung einer Interjektion (Stimmton) den Mund, ähnlich wie die jungen Vögel, und deutete mit der Zunge nach den Zähnen. Dieses konnte man thun, indem man die Zunge hinter oder zwischen die Zähne brachte (postdentale oder interdentale Bildung).

Wenn nun Interjektion und Mundgebärde sehr nahe aufeinander folgten, so mußte ein vokalischer Laut (die alte Interjektion) und ein Zungenzahnkonsonant entstehen, wie wir ja jetzt noch bei unsern mit der Zunge spielenden Kindern ‚tata' hören. Und in der That finden sich in sehr vielen Sprachen und zwar in solchen, deren Verwandtschaft nicht nachgewiesen ist, Lautverbindungen bestehend aus Zungenzahnlauten und Vokalen für den Begriff ‚Essen':

So im Indogermanischen: Wurzel ad, gotisch itan, griechisch ἐσθίειν, lateinisch edere. —

Im Ungarischen enni[1], finnisch ssüeda, korelisch schuizwänna, olonisch ssüwwä, syränisch und permisch süini oder schoine, tschuwaschisch siess, wotäkisch siiny.

Wogulisch tem, ostäkisch letal und tajal und ähnlich, lappländisch pjämbmo talle t, morduanisch jarzams, mokschanisch jarzama.

Tatarisch atarga und ascha und ähnlich, kartalinisch ssatschmäli, tscheremissisch katschkat, tscherkessisch schchen, altekesekisch ditschi, kuthasilisch atschana, tschetschenisch daar, tuschedisch takarj, kasikumisch dukwansa.

Samojedisch aurtomdam.

Mongolisch edeku, kalmükisch ideku, burätisch idiku.

Arinisch schau, tungusisch dshebdau, jukagirisch lengdesche, imbatkisch dissechi, kamtschatkisch dykishu, mandschurisch dshetere, kurilisch ischama, tschapogirisch shomuschin, tangutisch sso.

Chinesisch schi, shik, tsiáh, kauen: h'i, ts'i. Pampanisch asan. — Neuholländisch butina. — Zigeunerisch techau. — Negersprachen: Nuehr ‚itchiamt', Schilluk ‚itchamm'.

Dentale finden sich auch in gotisch beitan, griechisch δάζνειν und lateinisch mordere = beißen; Negersprache Schilluk ‚kadjé'.

Auch die Zähne selbst werden am besten durch ein ostensives Hinzeigen der Zunge nach denselben bezeichnet. Auffallend ist hier im Indogermanischen die Häufung von Dentalen: gotisch tunthus, litauisch duntus, lateinisch dens, griechischer Stamm ὀδοντ, albanesisch deiba, lettisch sobs, russisch sub, persisch dendun, indostanisch dandan. Von nicht indogermanischen Sprachen kann ich nur anführen: samojedisch tibe, chinesisch ngá. Negersprachen: Schilluk ‚ledja', am Jejiflusse ‚zi'.

Auch die Zunge und ihre Verrichtungen bezeichnete man durch Bewegung der Zunge hinter und zwischen den Zähnen: besonders ist hier das ‚l' charakteristisch, so im Indogermanischen: lateinisch lingua, griechisch γλῶττα, gotisch tuggo, nordgermanisch taal = Sprache, indostanisch taal, shiba, kurdisch seban, persisch sabon. — Ferner im Chinesischen sche und shít; Negersprache am Jejiflusse ladra, Negersprache Schilluk ‚lebi', Sprache bei den Sokoro in Baghirmi heißt tar. Verrichtungen der Zunge: deutsch lecken, russisch lakat, lishu, lateinisch lingere, griechisch λείχειν. Schilluk ‚nan'. Deutsch: sprechen, sagen, reden, lallen, zählen, lateinisch dicere, numerare, loqui, griechisch λαλεῖν.

[1] Die Wörter weniger bekannter Sprachen sind nach der deutschen Aussprache geschrieben.

λέγειν, ἀριθμεῖν, russisch retschi, persisch Wort = sokan; Negersprachen: am Jejiflusse reden atatu, Nuehr ‚i rouaidj né'.

Bei dem in diesen Beispielen öfter vorkommenden r ist daran zu denken, daß dieses früher das Zungen-r gewesen ist, ähnlich wie das l. Im Chinesischen heißt sprechen üt. —

Schweigen gebot man am besten, indem man die Zunge hinter oder zwischen den Zähnen in Bewegung setzte und sodann gewaltsam an die Zähne anstieß. So entstand die Lautverbindung st. Mit derselben und mit bst, worin auch noch die Lippen bezeichnet sind, gebieten wir noch jetzt Schweigen, und auch der Star soll dieses mit einem scharfen s thun. So deutsch: still, stumm, schweigen, lateinisch silere, silentium, tacere, griechisch σιγᾶν, σιωπᾶν; chinesisch tun. — Sehr naheliegend war eine Übertragung auf das in Ruhesetzen des Fußes, wodurch sich die indogermanische Wurzel sta für stehn erklärt.

Im Gegensatz zu der Aufnahme von fester Nahrung sind bei der von flüssiger vorwiegend und in die Augen fallend die Lippen beteiligt. Besonders ist dieses bei dem Saugen der Säuglinge deutlich wahrnehmbar. Nun finden sich in vielen Sprachen Lautbildungen mit Lippenlauten für den Begriff des Trinkens, so:

Indogermanisch: lateinisch bibere, griechisch πίνειν, slavisch piti und ähnlich, albanesisch pit, indostanisch piwan, armenisch embel. —

Finnisch, korelisch und olonisch: juwwa. — Tschetschenisch malar, inguschewisch malla, tuschetisch malhar, mokschanisch simatj, tatarisch itschmek und ähnlich.

Samojedisch: idiman, gyrmam, bede und bidelinu, kamaschisch bytom, tungusisch imidau, tschapogirisch umuschim, tschuktisch migutschi, koräkisch mysojwuikschik, japanisch nomi, mandschurisch omire, malayisch minom, magindanisch ominum, kamschatkisch bigylik, assanisch ulabungai, kotowisch opange, kurilisch wanka, malabarisch piena, zigeunerisch piawe, Negersprachen: am Jejiflusse emfufu, Nuehr ‚djou mat me'.

Auch in den Bezeichnungen für die Lippen finden sich Lippenlaute, so Lippe, mittelhochdeutsch lefse, lateinisch labrum, Negersprache am Jejiflusse bili, ferner für den Mund (beide Lippen): gotisch munths, indostanisch muu, lettisch mutte, lateinisch bucca die Backe; sogar im Malayischen mulut, welches Wort auffallend unserm Maul (ahd. mul) ähnelt.

Auch die Thätigkeit des geschlossenen Mundes, das ‚Murren', lateinisch murmuro, kann durch Lautgebärde ihren Namen bekommen haben, vielleicht auch das deutsche Milch, gotisch miluks, sanskrit payas, das lateinische mamma Brust und panis Brot, wozu sich litauisches penù ich nähre stellt, sowie im Sanskrit piparti er nährt, vielleicht auch gotisches matis Speise.

Auch scheint die Mutter und vielleicht auch der Vater von dem Begriff des Trinkens oder vielmehr des Trinkenlassens den Namen zu haben, denn für den Säugling ist die wesentlichste Eigenschaft der Mutter die, daß sie ihn trinken läßt. Die Silben ma und pa finden sich nicht nur in den Wörtern der indogermanischen Sprachen für Mutter und Vater.

sondern ähnliche in diesen ganz entfernt stehenden, so im Chinesischen mu Mutter, fu Vater, im Baskischen ame, im Tschudischen und Samojedischen ama, und nach Schultze (Kosmos Band VII, S. 32) wird auch in 15 Negersprachen der Muttername und in 57 der Vatername labial gebildet. Die deutschen Wörter schlucken und schlingen, gotisch slindan, scheinen den Weg der Nahrung von außen nach innen, speien, gotisch speivan, lateinisch spuere, den von innen nach außen zu versinnbildlichen.

Um die Nase und ihre Thätigkeiten zu bezeichnen, lag es nahe, die Nasenflügel unter Hervorbringung des Stimmtones zu bewegen, wodurch eine Lautverbindung mit n entstehen mußte, so im Lateinischen: nasus, nares Nasenlöcher, persisch und indostanisch nasa, russisch nos, deutsch Nüster, niesen, und in nicht indogermanischen Sprachen: tschudisch nurr Nase, ostäkisch nylpil Nasenlöcher.

Für den Gaumen und die Kehle und deren Thätigkeiten finden sich dagegen häufig Gaumen- und Kehllaute, so Gaumen, Kehle, Gurgel, lachen, husten, krächzen, lateinisch guttur, gula, faux, griechisch *χάσμα*, sanskrit kâsa Husten, chardi Erbrechen, kakkhati er lacht, griechisch *χρέμμα* Speichel, *καχχάζω* ich lache, russisch charkatj sich räuspern, lettisch krepat, lateinisch cachinus Gekicher, russisch krékat krächzen, kritschat kreischen, ochat ächzen.

Indem also die Interjektionssprache, welche zum größten Teil aus Stimmtönen (Vokalen) bestand, mit der Zeichensprache sich verband, gelangte der Mensch zur Lautgebärdensprache, wodurch im wesentlichen die Konsonanten in die Sprache kamen, wenngleich auch die bereits vorhandenen Interjektionen Konsonanten besessen haben können. Je geläufiger ihm diese Verbindung wurde, um so mehr trat das Zeichen gegenüber dem Laute zurück und war zuletzt nichts weiter als ein Konsonant. Maurer (Kosmos II. Band S. 225 u. f.) läßt die Sprachlaute aus den Geräuschen sich bilden, wie sie bei dem Ausstoßen von Gegenständen aus der Mundhöhle (Räuspern, Spucken u. dgl.) und beim Aufnehmen in dieselbe (Saugen, Schlürfen) entstehen. Meiner Ansicht nach sind dieses aber nur spezielle Fälle der Lautgebärdensprache, wie ich auch mehrere der von Maurer angeführten Beispiele aufgenommen habe. Um derartige Thätigkeiten zu bezeichnen, war das natürlichste, sie einfach nachzuahmen, was im Kindesalter zunächst instinktiv geschehen sein kann. Auch Übertragungen auf ähnliche Thätigkeiten werden erfolgt sein, wie ich schon oben bei der indogermanischen Wurzel ‚sta' angenommen habe. Diente ka (Maurer S. 233) zur Bezeichnung des Lachens, so konnte daraus sanskrit kâthar verlachen, kâtthati er schilt, lateinisch calumniari verleumden, *κοτυλλῶ* ich schwatze, werden. Aber in den fernerhin angenommenen Übertragungen scheint mir Maurer zu weit zu gehen.

Indem so der Mensch von ihm selbst hervorgebrachte Geräusche bezeichnete, hatte er schon einen weiteren Schritt in der Entwickelung der Lautsprache gethan, zu der Lautnachahmung. Es war nur noch nötig, daß er nicht bloß von ihm selbst hervorgebrachte, sondern auch auf andere Weise entstandene Töne oder Geräusche nachahmte. Wenn wir die sprichwörtliche Nachahmungssucht der Affen, unserer nächsten

Verwandten, ja unserer eigenen Kinder bedenken, wenn wir in Betracht ziehen, daß selbst Vögel, die sogenannten Spottvögel, fremde Töne nachahmen, so müssen wir schon aus psychologischen Gründen zu der Annahme gelangen, daß auch der Mensch vielleicht nur aus Spielerei darauf verfallen sei. Das Geschrei der Tiere, das Wehen des Windes, das Fließen des Wassers mag ihn zuerst dazu veranlaßt haben, und aus verschiedenen Sprachen lassen sich Belege dafür beibringen:

Tiernamen: Krähe, Rabe, Kuckuck, Uhu, mi Katze im Kalmückischen, usch Natter im Russischen, sy Viper im Ostjakischen. —

Die Konsonanten w und f klingen dem Windgeräusche sehr ähnlich und sie finden sich auch in den entferntesten Sprachen, in den indogermanischen: Wind, slavisch vetr, lettisch vies, ossetisch vaad, persisch voat, indisch wa, vejar, und im Chinesischen fen und fung; ferner gotisch vajan wehen, russisch wéet. Durch Übertragung können venire und *βαίνειν* entstanden sein.

Mit dem Fließen des Wassers hat offenbar die Lautverbindung fl Ähnlichkeit, welche sich im Indogermanischen findet: Fluß, fließen, fluvius, flumen, fluere.

Aus der Lautnachahmung scheint es sich auch zu erklären, daß in sehr vielen Sprachen das Wasser mit Lautverbindungen, welche w, m, s und sch enthalten, bezeichnet wird:

Indogermanisch: gotisch vato, slavisch wodá, litauisch wunduo.

Nicht indogermanisch: finnisch und korelisch wesi, esthnisch wessi, ungarisch wis, syränisch wa, permisch wa, morduanisch wät, mokschanisch wéd, tscheremissisch wjiunt, wjut, wotäkisch wu, wogulisch wit, suanetisch witz, samojedisch wit, neuseeländisch ewäy, auf den Gesellschafts-Inseln ewäy, auf den Freundschafts-Inseln und auf der Insel Waigoo ewai, auf der Insel Taura (Tanna) und neukaledonisch t-ewäi, auf Markesas ewäy, Sändwitsch-Inseln ewoy, auf den Kokos-Inseln waïi. — Negersprache Dinka fiu, Schilluk fio. — Hebräisch me, assyrisch mïïja, syrisch maju, arabisch mai, maá, tungusisch mu, koräkisch mimel, tschuktschisch mimil, japanisch mids, mandschurisch muke, koreisch moetj, pohlwisch mia. — In mehreren Negersprachen mema. — Türkisch und tatarisch ssú, kasi-kumikisch ssin, altekesek-awchasisch dse, ssirre, tscherkeßkabardinisch psy, ssirre, akuschinisch schin, tschuwaschisch schiwa, schiu, kubatschinisch tzyn, lappländisch zjatze, chinesisch schui, tangutisch tschu, kartalinisch tschali, zkali, imiretisch tzchari, mongolisch ussu, burätisch-kalmükisch ussun, jukagirisch usche, südkamschatkisch asamch, pampanisch ssabuy. — Negersprache am Jejiflusse izi.

Indogermanisch: sanskrit dsalam. —

Auch Wörter wie reißen, parsisch ritan, brummen, knurren, knarren, knistern, kratzen, klingen, summen, schnurren, zischen mögen in ihrem letzten Ursprunge auf Lautnachahmung zurückgehen. Ausführlicheres über die Schallnachahmung hat Curtı (Kosmos 1884, Bd. II, S. 401 u. f.) gebracht.

So war durch die Interjektions-, die Lautgebärden- und die Nachahmungssprache ein im Verhältnis zum Tiere schon reicher Sprachschatz

für den Menschen geschaffen. Seine Empfindungen, Thätigkeiten, die er selbst that oder die Bezug auf ihn hatten, sowie die für ihn Interesse habenden Gegenstände der Umgebung konnte er zum Teil bezeichnen. — Unterdessen war aber auch seine Intelligenz soweit gewachsen und seine Phantasie in dem Grade erweckt worden, daß er die vierte Stufe der Lautsprache ersteigen konnte, die der Sprachdichtung. Ein Geschöpf, das die geistige Kraft hatte, eine so phantasiereiche Mythologie zu erdichten, wie wir sie selbst bei niedrig stehenden Volksstämmen vorfinden, mußte auch im stande sein, aus dem vorhandenen Sprachschatz durch die mannigfaltigsten Kombinationen und kühnsten Übertragungen, wie wir sie teilweise bei manchen Wurzeln beobachten können, neue Bezeichnungen zu schaffen, um so mehr, da seine wachsende Intelligenz zu einer vollständigeren gegenseitigen Mitteilung drängte. Die einzelnen Fäden dieses Gewebes aufzufinden, erscheint als unmöglich.

Es sind nun noch die Fragen zu beantworten: Wie ist es erklärlich, daß nur noch so wenig Reste von den früheren Sprachperioden vorhanden sind, und wie ist die jetzige Verschiedenheit unter den Sprachstämmen entstanden? — Zunächst darf angenommen werden, daß der Anfang der Spaltung der Menschheit in verschiedene Völker schon in der Zeit gemacht wurde, als die Menschheit nur die Interjektionssprache und die Gebärdensprache besaß. Während aber sich daraus die höheren Spracharten entwickelten, wurde die Spaltung der Menschheit in verschiedene Völker immer größer. Ferner hat die Sprachvergleichung und das Studium der Dialekte gezeigt, daß die Sprachen in fortwährender Umwandlung und Spaltung begriffen sind. Welcher Laie sieht es wohl den Wörtern ὕδωρ und Wasser an, daß sie ursprünglich eins gewesen sind? Und schon das süddeutsche net ist sehr verschieden von dem mitteldeutschen nich. In letzterem Falle ist die Spaltung aber nur mehrere Jahrhunderte alt. Welche Veränderungen können daher in Hunderttausenden von Jahren vor sich gegangen sein! Dann ist auch für die Sprache das Gesetz anzunehmen, daß das Unvollkommenere durch das Vollkommenere verdrängt wird. So konnten die meisten in den ersten Sprachbildungsperioden entstandenen Wurzeln wieder durch neue verdrängt werden. Endlich dürften Ähnlichkeiten, wie sie sehr entfernt stehende Sprachen vereinzelt zeigen, nicht immer als bloßer Zufall aufgefaßt werden, besonders wenn sie Wörter betreffen, welche die Menschheit sehr früh brauchte. So scheint es mir kein Zufall zu sein, wenn im Chinesischen die Wörter mu für ‚Mutter', fu für ‚Vater', suu für ‚Sohn', fen und fung für ‚Wind' lauten, wozu sich noch schi für Sonne, welches mit unserem scheinen auffallende Ähnlichkeit hat, gesellt.

Zum Schluß sei die hier entwickelte Ansicht kurz zusammengefaßt: Die Lautsprache ist auf dem für Lungentiere geltenden Gesetze erwachsen, daß eine seelische Erregung eine Lautäußerung veranlaßt. Nach entsprechender Entwickelung der Intelligenz wurden diese unwillkürlichen Laute von den Geschöpfen derselben Art verstanden und dann gegenseitig absichtlich hervorgebracht. So hatte die Sprache ihre erste Stufe, die der Interjektion erreicht, deren Vorhandensein wir möglicherweise schon bei einigen Amphibien und Reptilien, sicher aber bei den Vögeln und

Säugetieren anzunehmen haben. Nebenbei hatte sich eine Gebärdensprache entwickelt, welche besonders bei den mit Händen versehenen Geschöpfen ausgebildet wurde. Bei dem Menschen entstand infolge seiner steigenden Intelligenz aus der Verschmelzung der Gebärden- mit der Interjektionssprache die Lautgebärdensprache, an welche sich die Stufe der Nachahmung und an diese die der Erdichtung reihte.

Wunderbares Erinnerungsvermögen der Hummeln.

Ein Beitrag zur Tierpsychologie.

Von

Prof. Dr. **Eduard Hoffer** in Graz.

Diesmal bringe ich einige Kleinigkeiten aus dem Leben der Hummeln, die geeignet sein dürften, die Aufmerksamkeit nicht bloß des Entomologen, sondern auch eines jeden für die Biologie sich interessierenden Laien auf einige Momente zu fesseln. Es handelt sich dabei um einige Beobachtungen über das ausgezeichnete Ortsgedächtnis und das wahrlich bewunderungswürdige Erinnerungsvermögen einer Gruppe von Tieren, deren kleinem Gehirn man solche Funktionen kaum zutrauen dürfte. — Im Jahre 1882 brachte ich ein volkreiches Nest des *Bombus terrestris* L. von Andritz in meine damalige Landwohnung auf dem Rosenberge. Die Entfernung betrug mindestens $^3/_4$ Stunden. Beim Ausnehmen des ziemlich tief unter der Erde befindlichen Nestes fing ich beinahe alle zur Verteidigung ihres Baues herbeieilenden Individuen ab und warf sie in eine weithalsige Flasche, wo sie zwischen trockenem Moose auf ihre Erlösung (die nach einigen Stunden zu Hause erfolgen sollte) warten mußten. Die wenigen auf den Waben zurückgebliebenen Arbeiter und die Königin wurden durch Äther betäubt (so daß keine einzige Hummel aus dem Neste entweichen konnte) und sodann in ein Tuch eingewickelt, worin sie später glücklich nach Hause gebracht wurden. Nach dem Ausnehmen des Nestes fing ich mit Hilfe meiner Knaben alle von der Weide zurückkehrenden großen und kleinen Arbeiter. Drei Stunden später flog keine einzige Hummel mehr um die ausgeraubte Wohnung, so gründlich waren alle abgefangen worden. Zu Hause stellte ich das Nest in einem Kästchen vor dem Fenster auf, und nachdem sich alle beruhigt hatten, öffnete ich das Flugloch. Sogleich begannen die emsigen Tierchen auszufliegen, aber jede der auf die Weide fliegenden oder den Schmutz, die zerquetschten Larven etc. fortschleppenden Hummeln besah sich die neue Wohnung so genau, daß wir das Vergnügen hatten, in Kürze eine nach der anderen nach Hause kommen zu sehen, während wieder andere fortflogen u. s. w. In der darauf folgenden Nacht aber tobte ein furcht-

barer Sturm. Während sich die Bewohner der übrigen 40 Kästchen um denselben, da sie die durch den Wind hervorgebrachten Erschütterungen bereits gewohnt waren, nicht im mindesten kümmerten, stürzten aus dem neuen Stocke, den ich leider zu schließen versäumt hatte, die meisten Arbeiter und die Königin ins Freie und hielten sich während der stürmischen Nacht irgendwo versteckt. Am nächsten Morgen schauten wir in aller Frühe nach und fanden die arme Königin tot auf dem nassen Boden liegen, während einige 50—60 Arbeiter das betreffende Fenster und dann das ganze Haus suchend umflogen. Von Zeit zu Zeit fand die eine oder andere (jedenfalls solche, die Tags zuvor ausgeflogen waren) das Flugloch und schlüpfte ins Nest, während die übrigen, zu denen sich immer neue, dem taufeuchten Boden, wo sie übernachtet hatten, entstiegene Individuen gesellten, noch längere Zeit nach ihrer neuen Heimat forschend herumflogen. Nach und nach aber verloren sich diese Unglücklichen ganz und gegen 10 Uhr vormittags sah man keine einzige mehr irrend herumfliegen. Da ich mir schon dachte, daß sie wahrscheinlich in ihre alte Heimat zurückgeflogen seien, so gingen wir nachmittags hin, und siehe da: wenigstens 50 Stück umflogen die gestern vollkommen entvölkerte Stätte ihrer Geburt. Sie hatten sich also ihrer alten Heimat erinnert und waren, nachdem sie die neue vergeblich gesucht, ihrem wunderbaren Ortssinne folgend dorthin geflogen. — Eine merkwürdige Thatsache, die von der außerordentlichen Klugheit und Vorsicht dieser Tiere zeugt, muß ich bei dieser Gelegenheit noch erwähnen. Die ungefähre Stelle ihres Nestes hatte ich Tags zuvor durch eine von der Weide heimkehrende Hummel entdeckt, der ich, da sie beide Körbchen voll Pollen hatte (also bald nach Hause fliegen mußte), von Blume zu Blume nachgegangen war, bis sie sich plötzlich erhoben hatte und dann geraden Weges auf eine mit hohen Waldgräsern bewachsene Stelle zugeflogen war. Kaum war ich zu der fraglichen Stelle gekommen, so flog schon eine zweite gegen das Nest; als sie mich aber erblickte, flog sie gleich weiter und dann in großen Bögen von der Ferne uns beobachtend hin und her, ohne ins Nest zu fliegen. Gerade so machten es mehrere andere, ja einzelne warfen sich blitzschnell an Grasbüschel, die ziemlich weit vom Neste entfernt waren, und verhielten sich daselbst ganz ruhig, als ob sie ins Nest gekrochen wären, so daß ich umsonst nach mehreren Stellen gesprungen war in der Hoffnung, dort das Nest zu finden; und ich war schließlich schon der Meinung, das Nest sei durch irgend ein Tier zerstört worden und die herumfliegenden Arbeiter seien nur die letzten versprengten Individuen, die beim Untergange des Nestes dem Verderben glücklich entronnen wären. Erst durch eine abfliegende, aus dem Neste hervorgekrochene Hummel, die von der Gefahr, in welcher sich dasselbe befand, nichts wußte, wurde ich auf die richtige Spur geleitet. — Einen ganz ähnlichen Fall erlebte ich mit einem Neste des *Bombus pomorum* Pz., das ich vom Geierkogel aus einer Entfernung von mindestens 12 km gebracht und bei dessen Ausnehmen ich ebenfalls alle Individuen abgefangen hatte. Infolge einer ungeschickten Manipulation mit dem eben gefüllten Kästchen waren circa 30 Arbeiter durch das offene Fenster entflogen und nach längerem vergeblichem Suchen

um das Haus (wobei sich einige richtig ins Zimmer zurück fanden) in die große Entfernung nach der ursprünglichen Heimat geflogen, wo sie, wie ich mich später überzeugte, wieder ein kleines Nestchen vielleicht mit Hilfe der oben versprengt gewesenen Arbeiter anlegten.

Daß einzelne Arbeiter von solchen Nestern, die in der Nähe ausgehoben wurden, häufig in den ersten Tagen nach ihren früheren Nistplätzen flogen, sich aber in Kürze wieder zurecht fanden, habe ich in vielen Fällen gesehen. Besonders auffallend war es bei einem *B. agrorum* F., dessen Nest ich aus dem Heuboden über dem Stalle vor das Fenster des Wohngebäudes in kaum 20 Schritte Entfernung übertragen hatte; anfangs flog der eine oder der andere Arbeiter zur alten Stelle und suchte ein paar Sekunden umsonst, dann aber flog er geraden Weges in das Kästchen vor dem Fenster. Auf den Beobachter, der beide Plätze übersehen konnte, machte es den Eindruck, als ob dem kleinen Wesen plötzlich die veränderte Sachlage eingefallen wäre.

Aber auch direkte Versuche bestätigten obige Wahrnehmungen. So z. B. betupfte ich einzelne Exemplare aus meinen Nestern mit Ölfarbe und brachte sie in Holzschachteln in Entfernungen von mehr als 2 Stunden, worauf ich sie losließ; nicht alle, aber sehr viele fanden sich wieder nach Hause und waren in der Regel früher dort als ich.

Noch merkwürdiger sind aber folgende Beobachtungen, welche einen geradezu überraschenden Ortssinn der Hummeln beweisen.

Schon in den früheren Jahren sagten mir die Leute, bei denen wir unsere Sommerwohnung hatten, daß im Frühling immer mehrere Hummeln an den Stellen, wo das Jahr vorher unsere Hummelkästchen gestanden, herumgeflogen seien, gleichsam als wüßten sie, daß dort ihre Geburtsstätte war, und als ob sie sich wieder dort ansiedeln wollten. Anfangs schenkte ich diesem Gerede keine Bedeutung, da ja im Frühling die Tiere an allen möglichen Orten nach passenden Nestplätzen suchen und dabei häufig auch in die Stuben, Küchen etc. geraten. Im Jahre 1883 sah ich mit eigenen Augen auf dem Rosenberge einzelne Individuen wiederholt um die Fenster, auf denen im Jahre zuvor die Hummelkästchen gestanden, suchend herumfliegen. Aber wer konnte garantieren, daß diese Individuen wirklich aus meinen Hummelkästchen stammten und nicht etwa zufällig gerade dort suchten? Freilich behaupteten die Hausbewohner, daß auffallend viele Hummeln um die Fenster herum geschwärmt wären, was in den früheren Jahren nie der Fall gewesen sei; erst seitdem ich die Hummelzucht daselbst etabliert hätte, flögen solche Massen im Frühling ums Haus. In diesem Jahre aber bin ich über die fragliche Sache vollkommen ins reine gekommen. Ich mußte nämlich im Jahre 1884 eines schweren Krankheitsfalles wegen, der in meiner Familie vorkam, leider den Sommer in der Stadt zubringen. Meine Wohnung befindet sich in einem Hause, das gleichsam mitten im Häusergewirre steckt und keinen Garten, sondern nur einen kleinen Hof hat. Im zweiten Stockwerke gegen Osten stellte ich die Hummelkästchen auf. Es waren verschiedene gemeine Arten unserer Gegenden: *B. Rajellus*, *variabilis*, *terrestris*, *lapidarius*, *agrorum* etc., die da über zwei oder drei Stock hohe Häuser fliegen mußten, um auf die Weide

und wieder nach Hause zu gelangen. Es ist schon die Thatsache sehr bemerkenswert, daß sich diese kleinen Wesen im Einerlei des Häusermeeres zu orientieren im stande waren, so daß sie immer glücklich ihre Wohnung fanden. Wie oft wurden die fleißigen Tierchen von sinnigen Beobachtern bewundert, wenn sie entweder raschen Fluges gerade ins Flugloch schossen oder aber langsam infolge der Müdigkeit und des Alters in den Lüften hin und her schwankend endlich das Ziel erreichten! Ende Juli 1884 brachte ich vom Hochlantsch drei Nester des *B. mastrucatus* Gerst. Auch diese große Hummel, die bei uns nur dem Gebirge (besonders dem Hochgebirge) angehört, gedieh sehr gut und entwickelte im August, September und anfangs Oktober große Mengen von Männchen und Weibchen; Mitte Oktober waren alle Hummeln verschwunden und ich that die Nester in die Sammlung. — Am 9. April d. J. vormittags bemerkte mein ältester Sohn Eduard zufällig, daß eine große schwarze Hummel, wahrscheinlich *B. mastrucatus*, um das Fenster, an welchem im Jahre 1884 die Kästchen gestanden, herumfliege. Als ich um 12 Uhr nach Hause kam, gingen wir schnell nachschauen, und siehe da, mehrere Hummeln umflogen ihr altes Heim. Das noch vorhandene Winterfenster wurde vorsichtig aufgemacht und Hummelkästchen aufs Fensterbrett gestellt. Wenige Augenblicke darauf hatten wir das Vergnügen, ein *Mastrucatus*-Weibchen hineinschlüpfen zu sehen. Im Kästchen untersuchte es nun die Neststoffe, die vom vergangenen Jahre darin geblieben waren, auf das sorgfältigste, kroch an den Wänden hin und her, ging zum Flugloch, wieder zurück, flog dann hinaus, besichtigte das Kästchen von allen Seiten, flog wieder hinein und entfernte sich endlich raschen Fluges über die Häuser. Ich stellte im ganzen 6 Hummelkästchen vors Fenster, und groß war meine Befriedigung, als im Laufe der nächsten Tage noch zwei derselben von *Mastrucatus* besetzt wurden. Zu Mittag des 12. April trug ich ein Kästchen samt der Hummel zu meiner Familie ins dritte Zimmer hinüber, damit sich alle vom Vorhandensein des *Mastrucatus* überzeugen konnten. Dabei fand aber eine Erschütterung statt, wodurch die Hummel so aufgebracht wurde, daß sie augenblicklich aus dem Kästchen flog, und als ich sie am Fenster abfing und wieder hinein that, wollte sie sich nicht mehr beruhigen, sondern flog, nachdem ich das Kästchen an seinen Platz gestellt, fort und kam nicht mehr zurück. Die beiden anderen aber flogen regelmäßig ein und aus, übernachteten in den Kästchen, und wir schmeichelten uns schon mit der Hoffnung, daß wir es künftig nicht mehr notwendig hätten, auf der Höhe des Geierkogels, des Hochlantsch, der Koralpe etc. nach den Nestern dieser Hummel zu suchen, sondern daß wir sie bequem im Hause selbst haben würden, und zwar um so mehr, als das eine Weibchen die erste Zelle und das dazu gehörige Honigtöpfchen gebaut hatte. Leider aber verunglückten beide, wahrscheinlich durch Vögel, und so war vorläufig nichts mehr vom *Mastrucatus* in unserer Wohnung zu sehen.

Als wir aber nach den Ferien (12. September) wieder in die Stadt kamen, marschierte eines schönen Tages plötzlich ein Weibchen des *B. mastrucatus*, das aber verkümmerte Flügel hatte, über die Stiege herunter.

Irgendwo auf dem Boden hatte sich doch ein Weibchen im Frühling angesiedelt und glücklich sein Nest zur Entwickelung gebracht, was uns auch ein zweites, zertretenes Exemplar, das auf der Bodenstiege gefunden wurde, deutlich bewies. Diese Erscheinung zeigt, daß die geistigen Fähigkeiten der Hummeln nicht so geringfügiger Natur sind, wie man gewöhnlich annimmt. Von Anfang Oktober 1884 bis Anfang April 1885, also wenigstens ein halbes Jahr, hatten die Hummeln irgendwo in einem Garten oder auf den Glaciswiesen, tief unter der Erde vergraben, geschlafen, und als sie endlich aufgewacht waren, hatten sie sich der Stätte, wo ihre Wiege gestanden, erinnert und dieselbe trotz der vielen Häuser und Menschen wieder gefunden. Und daß diese Individuen bestimmt meinen Nestern entstammten, ist ganz unzweifelhaft, denn im ganzen Grazerfeld kommt kein *B. mastrucatus* vor; erst auf dem Plawutsch sind die ersten spärlichen Exemplare dieser Gebirgsart anzutreffen, und nur die durch mich hierher verpflanzten Individuen konnte man in den letzten 2 Jahren hin und wieder im botanischen Garten und auf anderen Blumenplätzen der Stadt sehen.

Wissenschaftliche Rundschau.

Philosophie.

Der Seelenglaube.

»Ratlosigkeit im Kopfe, Thatlosigkeit im Herzen — Wahrheitslosigkeit und Gesinnungslosigkeit, kurz Charakterlosigkeit ist jetzt die notwendige Eigenschaft eines echten, rekommandabeln, koschern Gelehrten — wenigstens eines solchen Gelehrten, dessen Wissenschaft ihn notwendig mit den delikaten Punkten der Zeit in Berührung bringt.« Wenn es den Verehrern unumwundener Wahrheitsliebe, unbedingter Aufrichtigkeit angesichts so mancher Erzeugnisse der modernen philosophischen Litteratur scheinen will, als hätten jene herben Worte L. Feuerbach's, obwohl mehr als vierzig Jahre seit ihrem Ausspruche verflossen sind, nicht sehr viel an ihrer Berechtigung verloren, so werden sie mit um so größerer Freude das Erscheinen des Werkes von Dr. Svoboda »Kritische Geschichte der Ideale. Mit besonderer Berücksichtigung der bildenden Kunst. I. Bd. Der Seelenwahn«[1] begrüßen. Denn in Dr. Svoboda lernen sie einen Autor nach dem Herzen eines Feuerbach kennen oder, um es wieder mit den Worten dieses ebenso geist- als charaktervollen Denkers auszudrücken, »einen Gelehrten von unbestechlichem Wahrheitssinne, von entschiedenem Charakter, der eben deswegen den Nagel mit einem Schlage auf den

[1] Leipzig, Th. Grieben's Verlag (L. Fernau) 1885. VIII, 680 S. gr. 8°. (M. 12. 60.)

Kopf trifft, der das Übel bei der Wurzel packt, den Punkt der Krisis, der Entscheidung unaufhaltsam herbeiführt«.

Aber was ist denn der delikate Punkt unserer modernen spiritualistischen Philosophie? wo sitzt die Wurzel des Übels? an welcher Stelle gelangt die Krisis zum Durchbruche? Den delikaten Punkt erkennen wir allein in der Zugrundelegung einer Seele. Alle andern Punkte sind nur sekundärer Art, welche sofort verschwinden, wenn jener gehoben ist. Jeder weiß, was mit dem Worte Seele gesagt ist: sie gilt für das unzerstörbare, also ewige Substrat des Denkens, für den Träger der Persönlichkeit und wird dadurch zum Grunde der persönlichen Unsterblichkeit. In dieser Ideenverknüpfung erscheint die persönliche Unsterblichkeit als die logische Folge der Existenz der Seele und so kommt es, daß die Unsterblichkeit in der überzeugenden Form eines logischen Schlusses auftritt. In Wahrheit aber ist der Weg, welcher zu der Annahme einer Seele führte, der umgekehrte: um sich über die bittere Thatsache unserer Endlichkeit hinwegzusetzen, erfand man den Begriff der Seele und verband damit die Prädikate der Immaterialität, Personalität und Unzerstörbarkeit. Der Begriff der Seele ist somit nicht zusatzlos an der Hand der Erfahrung gebildet worden, sondern er enthält nur zum Teil Elemente derselben, die aber willkürlich mit Attributen bedacht werden, welche die Erfahrung nicht gleichzeitig in ein und demselben Gegenstand verbunden zeigt. So hat, um hierauf näher einzugehen, der Begriff der Personalität seinen anschaulich gegebenen Gegenstand und damit seine Rechtfertigung in der Existenz von Individuen, der Begriff der Unzerstörbarkeit in den chemisch einfachen Stoffen oder der Materie überhaupt. Anderseits aber zeigt die Erfahrung, daß das Individuum nicht etwas chemisch Einfaches oder Stoff schlechthin, sondern vielmehr das verwickeltste Gebilde von der Welt ist: es besteht aus einem System von Organen und organisierten Stoffen, welchem eine nur endliche Dauer beschieden ist und beschieden sein kann. Da demnach die Prädikate der Personalität und der Unzerstörbarkeit in keinem erfahrungsgemäß gegebenen und zu untersuchenden Objekte gleichzeitig anzutreffen sind, so hat der mit der Erfahrung anhebende Denker ein Recht, zu sagen, daß der Seelenbegriff seinen Ursprung nicht der reinen zusatzlosen Erfahrung verdankt und daß bei seiner Bildung mehr der Wunsch maßgebend war, ewig zu leben. Man könnte eine solche Philosophie, welche bei Bildung ihrer Begriffe gemütlichen Regungen die Führung überläßt, die Philosophie des Wunsches, wohl auch die der Phantasmen oder der Hohlbegriffe nennen, welcher wir die nur von der Erfahrung ausgehende als die Philosophie der Wirklichkeit oder des Konkreten entgegensetzen.

Als ein neuer, geistvoller und gelehrter Vertreter der Philosophie der Wirklichkeit und zugleich als ein unerbittlicher, allen Schleichwegen nachspürender und sie aufdeckender Gegner der Wunschphilosophie zeigt sich nun Svoboda in seinem oben erwähnten Werke. In anbetracht der Wichtigkeit desselben sei es gestattet, etwas näher auf seinen Inhalt einzugehen.

Der Standpunkt unseres Verfassers ist, wie schon gesagt, der der

reinen, zusatzlosen, von Hoffnung oder Furcht unbewegten Erfahrung. Geschichtliche und Naturthatsachen, sagt er, sind Festland für die Wissenschaft. »Geschichtsphilosophische Betrachtungen werden nur dann richtig sein, wenn sie den Menschen, das bewegende Element der Geschichte in seiner naturgerechten Gestalt — frei von metaphysischen Unterstellungen — auffassen.« Die Ideale bezeichnet er als Vorstellungen oder Begriffe, die mit dem Kennzeichen und Lichtmale des Vollkommenen, Auserlesenen, Mustergültigen, Zuhöchststehenden ausgerüstet sind. Als die Achse der Ideale aber gilt ihm der Mensch. »Ideale beziehen sich auf das beste, was Menschen denken, schaffen und handeln sollen. Ideale sind hohe, aber erreichbare Ziele des Strebens nach Erkenntnissen, nach der Ausbildung edler Formen, nach vernunftgerechten gesellschaftlichen Zuständen. Ideale sind Ziele des Wissens, welches nur die Autorität der Wahrheit anerkennt — sind Ziele der Sittlichkeit, welche der klaren Erkenntnis menschlicher Rechte und Interessen entquillt, sowie jenes Glückes, dessen Bedingungen die sich selbst gehörende gebildete Gesellschaft durch Bethätigung opferwilligen, edel menschlichen Wohlwollens und durch Verwirklichung vernunftbeherrschter Freiheit aufstellt.« Aber scharf wird zwischen positiven und negativen oder Wahnidealen unterschieden. »Während die positiven Ideale nicht bloß die persönlichen Rechte, Bedürfnisse und Interessen des Menschen, die Pflichten und Anwartschaften desselben innerhalb des staatlichen Gemeinwesens, die Ansprüche auf persönliches Glück und auf das Wohlbefinden menschlicher Gemeinschaften betreffen, stützen sich Wahnideale auf begriffliche Konstruktionen, welche ohne Rückhalt in der Wirklichkeit bleiben.« Diesen Irrtumsidealen sei es zuzuschreiben, daß die positiven Ideale des Wissens, der Sittlichkeit und der gesellschaftlichen Wohlfahrt zur vollen Geltung nicht gelangen können, daß die Erkenntnis der Wahrheit vereitelt und verlangsamt werde. Denn Wahnideale verfügten leider über viele verwegene und rücksichtslose Verteidiger. Eine Gruppe derselben lächle über Ideale, weil sie das schlechtweg Unerreichbare seien, und spotte über Idealisten, weil sie angeblich Phantomen nachjagten. Alle Widersacher der Ideale seien jedoch selbst von Phantomen umklammert, lägen selbst vor Unerreichbarem und Unerfüllbarem auf den Knieen und sähen ihr persönliches Interesse nur durch die Schein- und Nietenwelt des Wahns gesichert. Die Verächter positiver Ideale wüßten es ganz genau, daß die Bemühungen für die Erhaltung kultureller Zurückgebliebenheit für sie insofern mit Vorteilen verbunden seien, als sie die Zinsen jenes Thorheitskapitals bezögen, welches bei der wahnbefangenen Menge sich in Anlage befinde.

Zu den Idealen des Wahns wird nun die Vorstellung von einer unsterblichen Seele gerechnet. Denn in dem Begriffe Seele verdichteten sich alle Wünsche des Selbsterhaltungstriebes, der Liebe, des Genuß- und Vollkommenheitsdrangs und dieser Begriff hätte zugleich die Erklärung für alles in der Welt und im menschlichen Leben Unerklärte zu liefern. Durch die Seelenidee würden ferner alle großen und kleinen Wünsche des in naive Naturbetrachtung versunkenen Menschen der Vorkultur theoretisch befriedigt. Die elastischen Vorstellungen vom Geiste hätten alles, was für die kindliche Weltanschauung in eine Wunderatmosphäre ge-

taucht erschien, mit Hilfe von Wundern erklärt, unbekümmert darum, daß der Glaube an Zaubergewalten keine Erklärung bieten könne.

Als die eigentliche Geburtsstätte des Seelenwahns wird, was mit den bekannten Untersuchungen L. Feuerbach's vollkommen übereinstimmt, der Tod bezeichnet. Denn ohne den Tod hätte man kein Nachdasein des Menschen, keine unterweltliche Wiederbelebung des Toten angenommen, welche seit jeher die Unsterblichkeit der Seele genannt wurde. Als zweite Ursprungsstätte wird der Traum angesehen. Erscheine einem Naturmenschen im Traume die Gestalt eines Verstorbenen, so halte er dies für eine wirkliche Erscheinung und ziehe den Schluß, daß der Geist des Verstorbenen noch lebe. Personen, welche den Schlafenden nicht mehr erscheinen, würden für völlig tot gehalten. Wesensverwandt mit der Traumgestalt der Seele seien jene visionären Gesichtsstörungen, welche sich bei Naturmenschen einstellen, nachdem sie durch Fasten und narkotische Mittel sich in einen unzurechnungsfähigen, krankhaft überreizten Zustand versetzt hatten (Schamanen).

Um den Seelenwahn aus der Denkweise des Menschen zu verdrängen, bedient sich Svoboda in höchst wirksamer Weise eines Strategems, auf dessen Bedeutung gleichfalls Feuerbach eindringlichst aufmerksam gemacht hatte: er empört das Herz gegen denselben. Hauptsächlich in dieser Absicht macht uns Svoboda bekannt mit den grauenhaften und greuelvollen Wirkungen, welche das Seelenideal bei den Naturvölkern hervorzurufen pflegt. So hofften die Indianer Nordamerikas in ihrem jenseitigen Wunschlande nicht bloß edles Wild und schmackhafte Fische, sondern vor allem ihre Lieblingsfrauen wieder zu finden. Der Glaube empfahl nun, beim Ableben eines Mannes dessen Favoritfrau zu erwürgen, damit sie ihm neu belebt im Jenseits entgegentrete. Bei der Bestattung der peruanischen Inkas wurden oft Tausende von Dienern verbrannt, damit sie sofort für die Bequemlichkeit ihres Fürsten im Jenseits sorgen konnten. Noch heute verschlingt der jenseitige Hofstaat gewisser Negerfürsten ein enormes Seelenmaterial, das durch die Erwürgung ungezählter Frauen, Diener, Sänger und Soldaten gewonnen wird. Dieser grausamen Sitte liegt stets die Meinung zu Grunde, daß jeder Tötung auf Erden das Wunder der Neubelebung im Jenseits folge. Demselben Glauben habe die afrikanische Seelenpost ihr Dasein zu verdanken. Es werden nämlich bei einigen Negerstämmen immer wieder Menschen getötet, welche den Auftrag erhalten, irgend einem Fürsten in der »andern Welt« Nachrichten über die neuesten Begebnisse auf Erden zu überbringen. Die Funde in den Gräbern der alten Skythen, welche vormals die Krimm bewohnten, beweisen unzweifelhaft, daß auch bei diesen die barbarische Sitte der Menschenopfer in Übung war. Dasselbe bestätigen die Funde in den Gräbern der heidnischen Slaven. Bei den Wolgabulgaren wurden noch zu Anfang des zehnten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung blutige Grabesopfer dargebracht, wie der von dem Araber Ibn-Foszlan herrührende Bericht bezeugt. Auch bei den alten Germanen begegnet man, wenn auch vereinzelt, Menschenopfern.

Diesen Greueln gegenüber wird es als ein dankenswertes Verdienst des Christentums gerühmt, daß es in Europa den Tötungen aus Mitleid

für Verstorbene kräftig entgegengetreten sei. Leider aber sei dieses Verdienst durch die bekannten Bemühungen der Ketzergerichte wettgemacht worden. »Wieder war es die Sorge um Interessen der unsterblichen Seele, durch welche die Religion der Nächstenliebe veranlaßt wurde, das Verbrechen vernünftigen Denkens streng zu bestrafen.«

Von einer erfreulicheren Seite lernen wir den Seelenglauben in jenen Kapiteln kennen, welche von der sepulkralen Kunst und dem Kunsthandwerk handeln. Denn hier hatte die Kunst die hehre Aufgabe, den Schmerz um den Verlust geliebter Menschen zu mildern, und dieser kam sie nach, indem sie liebevoll ausgeführte Detailschilderungen von dem gab, was der Bestattete vormals gethan, was er besessen und womit er sich in voller Lebensrüstigkeit vergnügt hatte. Ferner berührt uns höchst sympathisch die Pietät der Überlebenden, welche sich in der Mitgabe von Grabgeschenken ausspricht, während diese selbst ein verläßliches Richtmaß zur Beurteilung des Kulturstandes der betreffenden Völker abgeben. Man muß dem Verfasser beistimmen, wenn er in dem von der sepulkralen Kunst der Ägypter handelnden Kapitel sagt, »daß die in Grabkammern verwahrten Erzeugnisse der ägyptischen Kunst unvergleichlich mehr Wert besaßen als alle von der ägyptischen Priesterschaft gelehrten Dogmen.« Denn in dem großen Kampfe, welchen der menschliche Geist für seine Selbständigkeit zu führen gezwungen ist, hat die wahre Kunst stets im Vordertreffen gestanden; sie war, wie schon Feuerbach rühmte, »die reizende Maja, welche dem finstern Geist der Kirche, wie einst dem alten Brahma, seine Melancholie und Misanthropie aus dem Kopfe trieb, die scheinheilige Verführerin, die den Menschen auf die obersten Zinnen der Kirche führte, um hier seiner beengten und gepreßten Brust freien Atem zu verschaffen, ihn die frischen Himmelsdüfte rein menschlicher Gefühle und Anschauungen einsaugen zu lassen und ihm die reizende Aussicht in die Herrlichkeiten der irdischen Welt zu eröffnen und eine andere Welt, die Welt der Freiheit, Schönheit, Humanität und Wissenschaft aufzuschließen.« In den Dogmen der Priester aller Zeiten und aller Völker hingegen sind es immer dieselben Begriffselemente, welche noch heute das Gehirn der modernen Kulturvölker belasten.

Empfindsamere Naturen dürften überhaupt die Kapitel über Kunst und Kunsthandwerk zu den interessantesten zählen. Denn nicht zu leugnen ist, daß diejenigen Partien des Werkes, welche die Darstellung des Seelenideals bei den verschiedenen Völkern zum Gegenstande haben, von einer so entschieden verneinenden Tendenz erfüllt sind, daß dadurch auf zart besaitete Naturen manchmal eine erkältende Wirkung ausgeübt werden dürfte. Der Verfasser erscheint hier gleichsam als unerbittlicher Cato, der allen seinen Darlegungen sein düsteres Ceterum censeo beifügt, hingegen dort als der warmfühlende, herzlich gesinnte, von der Macht der Schönheit tief ergriffene Beobachter und feinsinnige, wahrhaft vornehme Beurteiler. In dieser Hinsicht sind besonders die Abschnitte über griechische und römische Kunst, insoweit dieselbe sich auf das Seelenideal, Ausstattung der Gräber, Kultus der Heroen etc. bezog, zu nennen.

Als in allgemein philosophischer Beziehung sehr wichtig müssen

noch die Kapitel über die altindische Theologie und Philosophie, Psychologie des Christentums und Ideale der Entsagung angeführt werden. Bekanntlich ist es Schopenhauer gewesen, welcher zuerst eine Gemeinschaft zwischen gewissen buddhistischen und christlichen Dogmen nachwies. Leider aber verließ hier den großen Denker sein kritischer Scharfblick: neben vielem Richtigen nahm er auch gar manches Unrichtige, der Prüfung gar sehr Bedürftige auf. So hielt er insbesondere das Verlangen nach ununterbrochener Glückseligkeit, welche das christliche Jenseits verspricht, für vollkommen berechtigt; gleichwohl aber verwarf er die Möglichkeit der Erfüllung dieses Wunsches, d. h. er leugnete die Existenz des christlichen Himmels. Daraus folgte dann naturgemäß jene Verzweiflung, welche philosophisch als Pessimismus, in der Lebensführung als Askese sich ausspricht und als höchstes Gut das absolute Nichts, das Nirwana preist. Bei unserem Verfasser findet sich eine solche Rückfälligkeit höchst erfreulicher Weise nicht vor. Die kritische Überlegenheit und der realistische Takt, welche das ganze Werk durchziehen, lassen ihn auch hier das Richtige finden. Unumwunden erkennt er an, daß der Buddhismus die Unterschiede von Stand und Geburt bekämpft habe und für die Pflichten der Barmherzigkeit eingetreten sei. »Dies war eine bedeutende Gedankenthat, deren Wert auch vom Christentum gewürdigt worden war.« Die Humanitätsideale, welche der Kulturstaat der Zukunft ohne religiöse Antriebe bethätigen werde, könnten auch nur auf Wohlwollen und Mitleid, auf Liebe und Erbarmen, auf edelmenschlichen Gemeinsinn und Opferwilligkeit gestellt sein. Im übrigen wird der buddhistische Pessimismus und die daraus fließende, diesseitige Lebensführung strenge verurteilt: »Eine staatlich geordnete Gesellschaft wäre gar nicht möglich, wenn sich in derselben nur Mustermenschen nach dem Herzenswunsche Buddha's befänden. Bei wem sollten die freiwillig Armen betteln, wenn niemand arbeiten würde, wenn jeder das Gelübde der Armut und Keuschheit wirklich halten wollte? Eine solche Abkehr vom naturgerechten Leben, von fruchtbarer Arbeit, von den Bedingungen der staatlichen Ordnung ist geradehin unsittlich.«

Damit wollen wir die Besprechung des interessanten Buches beenden, indem wir es schließlich der Beachtung aller nach wahrer Einsicht Verlangenden angelegentlichst empfehlen. Es ist ein ausgezeichnetes, originell durchdachtes Werk, das den Wein der neuen Philosophie auch einmal in neuen Schläuchen kredenzt.

München. Albrecht Rau.

Herbart's Ansicht über die Stellung des Menschen zum Tier.

Unter den hervorragenden Philosophen der Kant'schen Epoche ist Johann Friedrich Herbart der einzige, welcher naturwissenschaftliche Probleme ernsthaft zu lösen versucht hat. Hegel hat mit seiner Naturphilosophie gründlich Fiasko gemacht, er war ein Philosoph der histo-

rischen Wissenschaften und auf dem Gebiete derselben haben seine Philosopheme einen nachhaltigen Einfluß ausgeübt. Fichte hat sich mit naturwissenschaftlichen Fragen nie eingehend beschäftigt und so war es Herbart allein, der seinem Lehrer Kant auf diesem Gebiete nacheiferte, freilich nicht annähernd mit dem gleichen Erfolge, den der große Königsberger, der Mitbegründer der Kant-Laplace'schen Theorie, errang.

Eine seiner gelungensten Leistungen auf dem Gebiete der biologischen Wissenschaften ist seine Theorie über die Stellung des Menschen zum Tier; er hat über dieses Problem, welches in der Entwickelungslehre eine schwerwiegende Bedeutung erlangt hat, eine Ansicht, die vollständig mit derjenigen übereinstimmt, welche die Biologen auf dem Wege der Induktion, Komparation und Entwickelungslehre gewonnen, trotzdem er den Grundbegriff der Entwickelung als einen widerspruchsvollen weit von sich weist. Herbart hat die Grundlage und Voraussetzung der Entwickelungslehre, die Theorie von dem graduellen, nicht spezifischen Unterschiede zwischen Mensch und Tier in die deutsche Psychologie eingeführt, er hat die somatischen Unterschiede als Erklärungsprinzipien für die psychischen Differenzen zwischen Mensch und Tier aufgestellt, aber den letzten entscheidenden Schritt that er nicht und konnte ihn auch seiner ganzen Lehre nach nicht thun. Die Lehre von der Entwickelung der Organismenarten auseinander, den Menschen nicht ausgenommen, lag seinem Denken gänzlich fern, er kann aus diesem Grunde auch keineswegs, wie Kant, Maupertuis, Diderot, Herder, Goethe, als ein Vorgänger Darwin's bezeichnet werden.

Die Psychologen der Wolff'schen und Kant'schen Schule betrachteten die Psychologie als eine Erfahrungswissenschaft und standen mithin ihrer Methode nach den naturwissenschaftlichen Disziplinen näher als Herbart, der die Erfahrungsseelenlehre für ein verfehltes, ja unmögliches Unternehmen hielt. Denn die innere Erfahrung, welche durch Selbstbeobachtung gewonnen wird, liefert keine brauchbaren, bestimmt aufgefaßten, einzelnen Thatsachen, weil jedes psychische Ereignis während des Beobachtens durch die Selbstbeobachtung verstümmelt, mit abstrakten, nicht gegebenen Elementen vermengt wird. Auch hält das psychische Phänomen dem Beobachter nicht still, wie etwa ein Objekt der äußeren Erfahrung, sondern es fließt und verändert sich in jedem Moment, und je mehr der Selbstbeobachter sich anstrengt, etwas genau festzustellen, um so weniger gelingt ihm dieses, weil, wie Herbart in seinem Lehrbuch zur Psychologie Seite 56 bemerkt, das sich während der Beobachtung verdunkelt, was wir in uns recht genau sehen wollen.

Herbart macht daher die Psychologie gänzlich von bestimmten metaphysischen Lehrsätzen abhängig, ohne jedoch dieselben streng in allen Fällen anzuerkennen, er opfert vielmehr öfters die Konsequenz seines philosophischen Denkens auf zu gunsten der Erfahrungsthatsachen, wenn diese letzteren mit jenen metaphysischen Lehrsätzen im Widerspruch stehen: er betrachtet die Psychologie als eine spekulative Wissenschaft, deren Fundament dreifach, durch Erfahrung, Metaphysik und Mathematik gelegt ist.

Die Psychologen der Wolff'schen und Kant'schen Schule glaubten

ursprünglich vorhandene, d. h. angeborne Seelenvermögen annehmen zu müssen. Diese Theorie war von einem Schüler des unsterblichen Leibnitz, von Wolff, vertreten und kultiviert worden, sie war infolge der Herrschaft der Leibnitz-Wolff'schen Philosophie zu allgemeiner Anerkennung gelangt, trotzdem man niemals über die Zahl und Art der aufzustellenden Seelenvermögen einig werden konnte; dagegen waren sämtliche Philosophen der Wolff'schen als auch Kant'schen Schule darüber einer Ansicht, daß bestimmte Seelenvermögen, namentlich die theoretische und praktische Vernunft, nur der Menschenseele zukommen; denn kausale Erkenntnis und moralisches Handeln, deren Quellen jene beiden Vernunftvermögen sein sollten, waren in dem Seelenleben der Tiere niemals nachweisbar.

Dieses war der Standpunkt der psychologischen Forschung, als Herbart, ein Reformator auf dem Gebiete der Psychologie und Pädagogik, im zweiten Dezennium unseres Jahrhunderts mit seinen originellen Ansichten an die Öffentlichkeit trat. Mythen, Phantasmen, Erschleichungen sind eure Seelenvermögen, rief er den Psychologen der alten Schule zu. Die Seele ist ein einfaches Wesen, nicht bloß ohne Teile, sondern auch ohne irgend eine Vielheit in ihrer Qualität; die Seele hat gar keine Anlagen und Vermögen, weder etwas zu empfangen noch zu produzieren. Man muß allerdings zugeben, daß psychische Erscheinungen, gut festgestellte Thatsachen jenen angenommenen Seelenvermögen zu Grunde liegen, aber, entgegnet Herbart: »Der Mensch des Seelenlehrers (d. h. des Psychologen alter Schule) ist der gesellschaftliche, der gebildete Mensch, der auf der Höhe der ganzen bisher abgelaufenen Geschichte seines Geschlechts steht. In diesem findet sich das Mannigfaltige sichtbar beisammen, welches unter dem Namen der Geistesvermögen als ein allgemeines Erbteil der Menschen angesehen wird. Der wilde Mensch und das neugeborne Kind geben uns weit weniger Gelegenheit, den Umfang ihres Geistes zu bewundern, als die edleren unter den Tieren. Die Psychologen helfen sich hier durch die Erschleichung, alle höhere Thätigkeit des Geistes sei — nicht bei den Tieren, aber bei den Kindern und Wilden — der Möglichkeit nach vorhanden, als unentwickelte Anlage oder als Seelenvermögen. Und die geringfügigsten Ähnlichkeiten in dem Benehmen des Wilden und des Kindes mit dem des gebildeten Mannes gelten ihnen nun für kenntliche Spuren eines erwachenden Verstandes, einer erwachenden Vernunft, eines erwachenden sittlichen Gefühls.«

Nachdem Herbart die Widersprüche aufgedeckt, welche sich aus der Annahme der Seelenvermögen ergeben, und somit die Grundlage, auf welcher die Differenz zwischen Mensch und Tier beruhen sollte, als trügerisch erwiesen hat, versucht er auch noch im speziellen nachzuweisen, daß die Behauptung, die Tiere besäßen nur untere Seelenvermögen und nur die Menschen neben den unteren auch die oberen Seelenvermögen, gänzlich unhaltbar sei.

Herbart beginnt das zweite Kapitel des zweiten Teils in seinem Lehrbuch zur Psychologie folgendermaßen: »Die Grenzlinie zwischen den unteren und oberen Vermögen läuft im Vorstellungsvermögen zwischen der Einbildungskraft und dem Verstande, im Gefühlsvermögen zwischen

der Sinnenlust und dem ästhetischen Gefühl, im Begehrungsvermögen zwischen den Leidenschaften und der überlegten Wahl. Hiermit ist sie bei der Schwankung der Begriffe von allen diesen noch keineswegs genau gezogen; auch sind die Psychologen zu dem Bekenntnis bereit, daß sie sich nicht scharf ziehen lasse (wenigstens Wolff in der empirischen Psychologie §. 233). Dies um so mehr, da selbst den Tieren ein analogon rationis zugeschrieben wird, während ihnen niemand eine Phantasie, ähnlich der menschlichen, einräumt. So hätten also die Tiere Anteil am oberen Vorstellungsvermögen, und dagegen fehlte ihnen etwas an dem, was zum unteren sollte gerechnet werden. Etwas treffender scheint zwar die Bestimmung in Ansehung des Gefühlsvermögens, da ästhetische Urteile wohl niemand von Tieren erwartet; allein auch bei roheren Menschen pflegen diese zu fehlen und vielmehr einer höheren Bildungsstufe der menschlichen Natur eigen zu sein. Was endlich die Leidenschaften anlangt, so werden wir unter diesen auch solche und zwar sehr bösartige finden, die geradezu aus dem Edelsten, den höchsten Regionen des menschlichen Gedankenkreises ihren Ursprung nehmen, so daß es unmöglich ist, sie zum unteren, auch den Tieren beizulegenden Vermögen zu rechnen. Man muß also den Gegenstand anders fassen.«

Herbart weist hier im einzelnen nach, wie es selbst den Psychologen der Wolff-Kant'schen Schule unmöglich sei, den Lehrsatz, daß die Tiere nur untere Vermögen besäßen, aufrecht zu erhalten; ganz treffend sind die meisten seiner Einwände, nur die Behauptung, daß man den Tieren eine der menschlichen ähnliche Phantasie nicht zugesteht, ist hinfällig, da uns eine sorgfältige Beobachtung längst zwingt, den Tieren auch Phantasie zuzuerkennen.

Was nun die zwischen menschlichem und tierischem Seelenleben bestehenden Unterschiede betrifft, so sind dieselben keineswegs geeignet, eine spezifische, in den Seelenvermögen selbst liegende Differenz zu begründen. Man kann zugeben, daß das geistige Können der Tiere mangelhaft ist, aber der Grund hierfür liegt nach Herbart's Ansicht niemals in einer ursprünglichen Mangelhaftigkeit der Seelenvermögen oder der Seele überhaupt, sondern in einer mangelhaften Ausbildung. Den Tieren fehlen die Hände, ihnen mangelt die Sprache, sie sind daher viel weniger fähig, sich von allen beliebigen Dingen Vorstellungen zu verschaffen, als der Mensch. Die Bedeutung der Hände für die Entwickelung des psychischen Lebens hebt Herbart hier mit vollem Recht hervor; denn die hohe Intelligenz der Affen ist wohl vorzugsweise eine Folge des Umstandes, daß jene Tiere Vierhänder sind; wiederum lehrt uns dieses Beispiel, daß Hände bei den der Sprache unfähigen Lebewesen nur in verhältnismäßig sehr geringem Maße diejenige Bedeutung für die Entwickelung des Seelenlebens erlangen, welche sie bei dem mit Sprache begabten Menschen haben. Herbart hat daher richtig herausgefunden, daß gerade Hände und Sprache die wichtigsten Ursachen der Überlegenheit des Menschen über die Tierwelt seien. Die Sprache ist nach seiner Ansicht die conditio sine qua non des Verstandes; denn dieser letztere ist kein Seelenvermögen, sondern er besteht in gewissen Arten der Vorstellungsverbindung. Das Kind, welches sich seiner Hände noch nicht zu bedienen

weiß und noch nicht sprechen gelernt hat, befindet sich in der nämlichen Lage wie das Tier, und ein vorurteilsfreier Beobachter, welcher das Seelenleben des Säuglings mit dem der Tiere in Parallele stellt, muß konstatieren, daß die edleren unter den Tieren in psychischer Hinsicht dem Säugling überlegen sind; mithin ist auch diese Thatsache ein indirekter Beweis der Lehre, daß Hände und Sprache die menschliche Überlegenheit begründen.

Die Psychologen der Wolff-Kant'schen Schule halfen sich aus diesem Dilemma durch die Annahme, daß im Kinde und im Wilden alles dasjenige, was die psychische Überlegenheit und spezifische Differenz zwischen Mensch und Tier konstituiere, wie Verstand, Vernunft, Moral u. s. w., der Anlage nach vorhanden sei; doch Herbart hat diesen Ausweg abgeschnitten, indem er die Unmöglichkeit der Vermögenstheorie, die Unmöglichkeit einer mit Anlagen und Vermögen ausgestatteten Seele zur Evidenz erwies.

Doch nicht jene genannten Momente allein sind die Ursachen der Überlegenheit des Menschen, sondern es müssen außer jenen die Entwickelung des Menschen begünstigenden Momenten auch noch die das tierische Seelenleben in seiner Entwickelung hemmenden organischen Reize und Triebe als Ursachen anerkannt werden. Dieser Grundgedanke Herbart's ist entschieden ein richtiger, doch seine Ausführung im einzelnen ist dem Philosophen gänzlich mißlungen. So rechnet er unter jene hemmenden Umstände die organischen Reize bei Tieren mit Kunsttrieben, weil die Tiere diesen Reizen Folge leisten müssen; hemmend soll auch die frühzeitige Pubertät der Tiere auf ihre psychische Entwickelung einwirken. Doch wenn man bedenkt, daß gerade der Mensch einen permanenten Geschlechtstrieb besitzt, während derselbe bei den Tieren sich nur zu bestimmten Zeiten regt, so wird man diese Behauptung kaum gelten lassen*. Mehr Beachtung verdient schon die Vermutung Herbart's, daß die verhältnismäßige Kleinheit des Tiergehirns ein Hemmnis für die psychische Entwickelung sei; freilich ist die Idee, welche er sich macht, daß nämlich infolgedessen der Organismus nicht so wie beim Menschen den geistigen Reizen nachgeben kann, eine vollständig vage und nichtssagende.

Unter die Hemmnisse der psychischen Entwickelung subsumiert Herbart ferner die Instinkte und Triebe. Die ersteren sind beim Tiere sowohl als beim Menschen vorhanden, sie stehen mit dem Organismus in der engsten Verbindung und entfalten namentlich in der Tierwelt ihre Herrschaft. Die Triebe sind ebenfalls durch den Organismus bedingt; beide sind daher keine psychischen Kräfte oder Anlagen, sondern physiologische Eigentümlichkeiten, so die Kunsttriebe und der nach seiner An-

* Herbart dürfte hier doch wohl im Rechte sein: die Brunstzeit nimmt ja so sehr das ganze Empfinden und alle Kräfte der Tiere in Anspruch, daß eben dadurch jede Kontinuität in ihrem Dasein aufgehoben wird, während anderseits in der Zwischenzeit (von wenigen Ausnahmen abgesehen) das Zusammenleben der Geschlechter fast ganz aufhört. Beide Übelstände verhindern absolut die Entwickelung menschlicher Zustände; durch die Permanenz des Geschlechtstriebes sind beide beseitigt. D. Red.

sicht allgemeinste und wichtigste Trieb nach Bewegung und Veränderung: alle diese Triebe hemmen die Entwickelung des tierischen Seelenlebens.

Man muß es entschieden als einen Fortschritt anerkennen, wenn Herbart die Triebe und Instinkte lediglich auf physiologische Eigentümlichkeiten zurückzuführen sucht, um so mehr aber ist es zu bedauern, daß er es so leicht mit den Ergebnissen der Beobachtung genommen hat. Man kann allenfalls den schlecht durch die Beobachtung beglaubigten Trieb nach Bewegung und Veränderung als solchen gelten lassen: wenn aber der Philosoph behauptet, daß der Trieb der Selbstliebe, der Nachahmungstrieb, der Geselligkeitstrieb keine realen Kräfte, sondern Erschleichungen seien, so muß ihm entschieden widersprochen werden. Man kann mit ihm darin übereinstimmen, daß jene Triebe nicht als psychische Anlagen oder Keime gedacht werden dürfen, aber im Organismus müssen sie ebenfalls angelegt sein, sonst bliebe uns das gesellige Zusammenleben vieler Tierarten, während andere Arten ein solitäres Leben führen, ein völliges Rätsel. Herbart mußte daher jene Triebe mit demselben Rechte als organische bezeichnen wie die Kunsttriebe, er wäre dann auch zu der Überzeugung gekommen, daß nicht alle organischen Triebe ein Hemmnis sind, sondern daß einige sogar, wie der Geselligkeits- und Nachahmungstrieb, fördernd auf die Entwickelung des geistigen Lebens einwirken.

Einen ferneren wichtigen Unterschied zwischen Mensch und Tier bildet die Selbstbeherrschung, deren nur der Mensch allein fähig sein soll und die daher von den Psychologen bisher auf eine in dem geistigen Vermögen selbst liegende Anlage zurückgeführt wurde. Herbart steht nicht an, die Thatsache als solche gelten zu lassen. Aber diese Herrschaft über das eigene Selbst ist, wie die Beobachtung lehrt, von dem schon erlangten Bildungsgrade jedes Menschen abhängig; sie ist niemals das Werk eines Augenblicks, sondern das Resultat des ganzen verflossenen Lebens, sie schwankt daher auch der Art nach zwischen Schlauheit und Sittlichkeit; sie ist sehr verschieden dem Grade nach, da bekanntermaßen rohe und kranke Menschen und Kinder nur in sehr geringem Grade sich beherrschen können, so daß schon hieraus sich dieselbe als ein Bildungsprodukt ergibt; außerdem können auch bei Tieren viele Spuren eingeübter Enthaltsamkeit beobachtet werden; Herbart betrachtet sie daher auch als den Effekt eines bestimmten Vorstellungsmechanismus: sie beruht der Möglichkeit nach auf dem Vorhandensein einer herrschenden Vorstellungsmasse.

Herbart gibt mithin, wenn wir in wenigen Worten das Gesamtergebnis zusammenfassen, ohne Zögern zu, daß zwischen dem gebildeten Kulturmenschen und den intelligentesten selbst unter den Tieren ein großer Abstand besteht; er ist auch nicht einmal der Ansicht, daß ein fortschreitender Entwickelungsprozeß diese Kluft vermindern oder gar überbrücken werde, denn der Organismus hat dem geistigen Leben der Tiere und Menschen bestimmte, unüberwindbare Bande angelegt und der Begriff der Entwickelung birgt in sich den Widerspruch; aber der Unterschied zwischen Mensch und Tier ist kein spezifischer, ursprünglicher, sondern nur ein gradueller, erworbener.

Es bleibt daher immerhin Herbart's Verdienst, daß er unter den Psychologen zum erstenmale die falsche Ansicht von der spezifischen Differenz zwischen Mensch und Tier ernsthaft bekämpft hat; er bemühte sich nachzuweisen, daß, wie seine Worte lauten, ein in dem geistigen Vermögen selbst liegender Unterschied, der wesentlich und allgemein feststände, nicht nachgewiesen werden kann, vielmehr alles auf Unterschiede der Begünstigung oder Verhinderung oder erworbener Bildung sich zurückführen läßt. Mit vollem Bewußtsein und anerkennenswerter Überzeugungstreue hat der Philosoph die alte, allgemein gebilligte Ansicht bekämpft und das Ergebnis seiner Untersuchung und seines Nachdenkens in folgenden Sätzen zusammengefaßt:

»Alles Angeführte zusammengenommen ergibt keine geschlossene Reihe von festen Unterschieden weder zwischen Menschheit und Tierheit, noch zwischen dem obern und untern Vermögen. Wir haben also auch nicht Ursache, feststehende Unterschiede zu fordern, wo wir der beweglichen genug antreffen, welche sattsam erklären, wie man sich veranlaßt finden konnte, nach dem Unterschiede zu fragen, den man für den einzigen und überall gleichen hielt. Sollte aber jemand meinen, das Tier sei hier dem Menschen zu nahe gerückt, so gelten dagegen folgende Bemerkungen.

Wir kennen die Tiere sehr wenig, wir unterscheiden viel zu wenig die verschiedenen Tierklassen. Beim Dressieren der Tiere, wodurch wir eine beträchtliche Biegsamkeit ihrer Anlage kennen lernen, wird meistens ein ebenso falscher Begriff zu Grunde gelegt als bei schlechter Erziehung des menschlichen Kindes. Das Tier nimmt keine Dressur an, außer nach den innern Gesetzen seines Wesens. Wer junge Tiere beobachtet hat, dem kann die Bemerkung nicht entgangen sein, wie oft sie sich bemühen, ihre Vorderpfoten als Hände zu gebrauchen; ein vergebliches Streben, die Schranken ihrer Organisation zu überschreiten. Dem Menschen aber ist zuweilen statt des Übermuts mehr Dankbarkeit für die Hilfsmittel der Bildung zu empfehlen, deren er sich vorzugsweise erfreut.«

Mit voller Entschiedenheit verwirft hier Herbart jede psychische Differenz spezifischer Art zwischen Mensch und Tier, er betrachtet die bestehenden Organisationsverschiedenheiten als letzte Ursachen der psychischen Überlegenheit des Menschen über das Tier, aber jene Organisationsdifferenzen sind seiner Ansicht nach unveränderlich, sie sind Bande, deren sich der Geist nie entledigen kann; deshalb ist ihm wiederum auch jede Entwickelung undenkbar, die jene Kluft zwischen Mensch und Tier überbrücken könnte.

Berlin. Dr. Nathan.

Zoologie.

Die Lage des Vogeleies im Uterus.

Dr. O. Taschenberg in Halle hatte im Zool. Anz. Nr. 193 mitgeteilt, was er, Krukenberg's chemische Untersuchungen bestätigend,

über die Färbung der Vogeleier ermittelt: Die gleichmäßige Grundfärbung ist nach ihm »ein Transsudat aus den den Uterus reichlich umgebenden Blutgefäßen, die Flecken u. s. w. werden darauf gelagert durch Pigmentpartikelchen, welche den ganzen Ovidukt hinunter gewandert sind . . . . und höchst wahrscheinlich aus dem Blute des geplatzten Graaf'schen Follikels stammen«; sie wären also »auf dieselbe Quelle zurückzuführen, die beim Säugetier zur Ausbildung eines Corpus luteum beiträgt«. Er fügt hinzu: »Aus dem Umstande, daß das Ei im Uterus mit dem stumpfen Pole der Kloakenöffnung abgewendet liegt, erklärt es sich, daß an dieser (von dem Pigmente zuerst getroffenen) Stelle die Flecken sehr häufig eine besondere Dichtigkeit und kranzförmige Anordnung erhalten.« Wie es aber »bei einer derartigen Entstehung der Farbstoffe zu erklären sei, daß es sehr viele rein weiße Eier gibt [und ebenso, wie wir hinzusetzen, eine große Anzahl einfarbiger, namentlich blaugrüne und gelbliche], bleibt eine offene Frage«. — Da nun die Färbung und Zeichnung der Eier augenscheinlich in sehr vielen Fällen durch Anpassung an die Verhältnisse des Nestes und der nächsten Umgebung sich fixiert hat, so ist es in der That von allgemeinerem Interesse, genau festzustellen, wie dieselbe zu stande kommt. Und zwar wäre zunächst zu untersuchen, ob wirklich immer der spitze Eipol im Uterus nach unten sieht; denn wenn dies der Fall ist, so erscheint es noch weniger erklärlich, warum bei so vielen Eiern gerade das spitze Ende besonders reichlich mit dunkleren Flecken gesprenkelt ist.

Aber noch aus einem anderen Grunde kann diese Lage des Eies von Bedeutung sein.

Bekanntlich sucht W. v. Nathusius-Königsborn seit Jahren darzuthun, daß im Ei selbst, d. h. im Dotter, und nicht etwa im Uterus, »das morphologische Motiv für die Bildung der sogenannten sekundären Eihüllen liege«, oder anders ausgedrückt, dass letztere »nicht mechanisch vom Uterus aus apponiert, sondern organisch aus dem Ei erwachsen seien«. Er meint nun[1], daß nur nach seiner Annahme eine Regellosigkeit der Lage des Eies im Uterus leicht verständlich sei, während dagegen, wenn der Uterus die Form und Beschaffenheit der Eihüllen bestimme, eine solche Regellosigkeit seiner Ansicht nach völlig unbegreiflich wäre.

Ohne diese Folgerung und die ganze Nathusius'sche Auffassung anerkennen zu können, müssen wir doch gestehen, daß wir uns auch mit jener rein mechanistischen Ansicht nicht zu befreunden vermögen. Jedenfalls liegt den Vertretern der letzteren ob, zu erklären, wie die Ausnahmen von den Regeln bezüglich Färbung und Lage des Eies, die Taschenberg als bewiesen und feststehend voraussetzt, zu stande kommen können.

Daß solche Ausnahmen nicht selten sind, zeigen mehrere von W. v. Nathusius selbst berichtete Beobachtungen[2]. Ein sehr zuverlässiger Gewährsmann, Amtsrat Zimmermann in Benckendorf bei Halle, teilte

[1] Zool. Anz. Nr. 199, S. 416.
[2] A. a. O. und Zool. Anz. Nr. 211.

ihm mit, daß er kürzlich mit zwei Freunden zufällig ein Huhn beim Legen genau beobachten und zu seinem eigenen Erstaunen konstatieren konnte, daß der stumpfe Eipol zuerst erschien. v. Nathusius' eigene Wirtschafterin freilich will bei einem ähnlichen Fall bestimmt gesehen haben, daß das spitze Ende des Eies zuerst erschienen sei. Ebenso verdankt er Prof. Möbius in Kiel die Mitteilung, daß in der dortigen vergleichend-anatomischen Sammlung »zwei Präparate von Eileitern des Huhnes seien, die Eier mit noch nicht ganz fester Kalkschale enthalten: der spitzere Pol beider ist gegen die Kloake gewandt«.

Sehr bedeutsam sind anderseits die von A. Ernst, Professor der Naturgeschichte an der Universität zu Caracas (Venezuela), angestellten Experimente. Nachdem derselbe durch seine Gemahlin auf mehrere Eier aufmerksam gemacht worden, deren stumpfes Ende beschmutzt war, also beim Legen zuerst den Boden berührt haben mußte, vermischte er die oberen Schichten einer mit Sand gefüllten Kiste mit Kohlenstaub und befeuchtete sie etwas, so daß die darauf gedrückte Fingerspitze sich deutlich schwärzte. Zwei Hennen wurden nun während eines Monats veranlaßt, ihre Eier in dieser Kiste abzulegen: die so erhaltenen 47 Eier waren stets am stumpfen Ende sichtlich geschwärzt.

Es ist sicherlich wünschenswert, daß möglichst viele genaue Beobachtungen über diesen Punkt angestellt und zur öffentlichen Kenntnis gebracht werden. Man könnte freilich den allgemeinen Einwand dagegen erheben, daß es sich hier um ein längst domestiziertes und gerade in der Thätigkeit seiner Generationsorgane wesentlich abgeändertes Tier handle, bei dem vielleicht Unregelmäßigkeiten, die im freien Zustande nie vorkommen könnten, zur Regel geworden seien. Es würde sich also darum handeln, wilde weibliche Vögel kurz vor dem Legen zu schießen und auf die Lage des im Uterus befindlichen Eies zu untersuchen. Falls man jedoch von der Voraussetzung ausgehen dürfte, daß die Sprenkelung der Eier stets nur durch von oben her auf den gegen das Tubenende gerichteten Eipol sich niederschlagendes Pigment erzeugt werde, so würde, wie schon oben erwähnt, jedes einzelne Ei, das eine gesprenkelte Spitze hat, ein Beweis gegen den angefochtenen Satz sein. Es sei mir gestattet, hier auf die interessante Reihe von Varietäten der Form und Farbe bei Eiern des Mönchsgeiers (*Vultur monachus* L.) hinzuweisen, welche G. Lunel, Direktor des naturhistorischen Museums in Genf, kürzlich beschrieben und aus welcher er zwölf typische Stücke in sorgfältigem Farbendruck abgebildet hat [1]. Unter diesen sind 6 am stumpfen, nicht weniger als 4 am spitzen Ende auffallend dunkler gefärbt oder stärker gesprenkelt als am andern; bei einem sind beide Pole nur ganz schwach punktiert, die übrige Fläche aber mit großen unregelmäßigen Flecken bedeckt; das zwölfte ist fast ganz weiß. Irgend ein Zusammenhang dieser Gegensätze mit den Abweichungen in der Form, etwa mit der relativen Verkürzung des Längsdurchmessers oder mit der manchmal fast vollkommenen Ausgleichung des Unterschiedes zwischen beiden Polen existiert entschieden nicht.

[1] s. Recueil zoolog. suisse, T. II, Nr. 3, 1885. S. 507—520; Taf. XV und XVI.

Mag man nun derartige Erscheinungen auf was immer für Ursachen zurückführen, auf alle Fälle stehen sie in direktem Widerspruch mit dem einen oder dem andern der Taschenberg'schen Sätze (Lage des Eies im Uterus — Ablagerung des Pigments auf das nach oben gerichtete Ende), ein Widerspruch, der sich nur an der Hand eines reichlichen Beobachtungsmaterials lösen lassen wird.

Botanik.

Aufspeicherung und Wanderung der Kohlehydrate in der Pflanze.

In Form welcher Kohlehydrate wird der assimilierte Kohlenstoff in den assimilierenden Zellen transitorisch gespeichert und welche Bahnen verfolgen sie auf ihrer Wanderung?[1] — So umfangreich die Litteratur über den Assimilationsprozeß ist, der durch Versuche erwiesenen Thatsachen ist es verhältnismäßig nur eine sehr bescheidene Zahl. Es ist eine unumstößliche Wahrheit, daß nur der chlorophyllhaltige Pflanzenkörper assimilieren kann. Ebenso sicher ist, daß das nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen möglich ist, wie ja denn alle Lebensäußerungen von der Temperatur abhängig sind. Und wieder steht es unzweifelhaft fest, daß der assimilierte Kohlenstoff in Form von Stärke vorübergehend gespeichert wird. Nun aber die Zweifel. Wird da, wo Stärke in den Blättern nachgewiesen ist, der sämtliche assimilierte Kohlenstoff in dieser Form gespeichert? Sind es nur Ausnahmefälle, daß anstatt der Stärke andere Kohlehydrate (Glykose) vorübergehend in den Blättern abgelagert werden? Entsteht bei der Assimilation die Stärke direkt oder ist sie ein Endprodukt, welches von der Bildung bestimmter Zwischenprodukte abhängig ist? Welches wären diese Zwischenprodukte? Sind es nur Kohlehydrate, welche als Assimilationsprodukte aufzufassen sind, oder sind die Eiweißstoffe, welche z. B. in assimilierenden und verdunkelten Blättern von *Allium porrum* in ungleicher Menge auftreten, ebenfalls Produkte der Assimilation?

Nur einige dieser vielen Fragen bilden den Gegenstand dieses Referates.

Meyer stellt sich in der citierten Abhandlung wesentlich die Frage, welche Kohlehydrate neben der Stärke in den assimilierenden Zellen transitorisch gespeichert werden können. In erster Linie wird es sich also fragen: Darf man alle Kohlehydrate, welche in den Blättern nachzuweisen sind, als Derivate des assimilierten Kohlenstoffs auffassen? Diese Untersuchung ist um so unerläßlicher, als ja durch Böhme Fälle bekannt geworden sind, wo zweifellos ein Teil der Kohlehydrate der

[1] Unter obigem Titel fassen wir die wichtigsten Ergebnisse folgender Untersuchungen zusammen: Arthur Meyer: Über die Assimilationsprodukte der Laubblätter angiospermer Pflanzen. Botanische Zeitung Nr. 27—32. Jahrgang 43. A. F. W. Schimper: Über Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. Bot. Zeitung Nr. 47—49. Jahrgang 43.

Blätter denselben aus Reservestoffbehältern zugeführt wird. Aus diesen Untersuchungen geht im weiteren hervor, daß Pflanzen, die unter günstigen Assimilationsbedingungen leicht Stärke bilden, dieselbe auch aus zugeführtem Zucker zu bilden vermögen. Zunächst konstatiert hierbei Meyer, daß man allerdings wohl zwischen wachsenden und erwachsenen Blättern zu unterscheiden hat. Junge Blättchen aus einer Laubknospe der Linde führten namentlich im Parenchym der Blattnerven Stärke in relativ großer Menge. Die zwischen den feinen Nerven liegenden Teile der Lamina, welche also das junge Assimilationsparenchym enthalten, führten häufig nur Öl. Doch schon Mitte Februar konnte man leicht solche finden, welche reichlich Stärke in den jungen Autoplasten der betreffenden Zellen zeigten. Im März wurden Zweige mit Knospen in lichtdichte Papphülsen eingeschlossen und nach 15 Tagen auf Stärke geprüft. Alle drei Parenchymlagen der Blättchen führten in den zwischen den Nerven liegenden Teilen der Lamina reichlich Stärke. Anders erwachsene Blätter. So konnten z. B. die Blätter einer Tabakpflanze durch viertägiges Verdunkeln durchaus stärkefrei gemacht werden. Der Pflanze wurden hierauf alle Blattknospen und Blütenstände genommen und nur die erwachsenen Blätter belassen. Durch kreisförmige schwarze Filzscheibchen werden an 3 Blättern die Mitten verdunkelt. Nach mehreren Tagen erweist die Untersuchung, daß die Blätter wieder Stärke enthalten. Nur jenen gedeckten Stellen fehlt sie völlig. »Es vermochten also die verdunkelten Zellen keine irgend erheblichen Mengen löslicher Kohlehydrate an sich zu reißen, obgleich die Ableitung der Kohlehydrate aus den Blättern durch die Entfernung der wachsenden Teile der Pflanze vermindert werden mußte.« Ähnliche Versuche wurden mit abgeschnittenen Blättern angestellt. Ein ausgewachsenes Blatt der *Syringa vulgaris* wurde, um es stärkefrei zu machen, 2 Tage verdunkelt. Nachdem hernach wieder eine bestimmte Stelle in der beschriebenen Weise verdeckt worden war, wurde das Blatt unter günstige Assimilationsbedingungen gebracht, nachdem es von der Pflanze getrennt war. Das Resultat war das gleiche: die beleuchteten Stellen enthielten sehr viel Stärke, die montierten keine. Diese Versuche beweisen also, »daß den assimilierenden Zellen erwachsener Laubblätter keine irgend erhebliche Menge von Kohlehydraten zugeführt wird, und wir sind deshalb berechtigt anzunehmen, daß alle diejenigen Kohlehydrate, die wir in einer assimilierenden Zelle entstehen sehen, auch aus dem in der betreffenden Zelle assimilierten Kohlenstoff hervorgegangen sind.«

Eine eingehende Untersuchung zahlreicher Spezies sehr verschiedener Angiospermenfamilien auf die transitorisch in den assimilierenden Blattzellen gespeicherten Kohlehydrate bewies, daß Glykose durchaus nicht ausnahmsweise gleichsam stellvertretend für Stärke auftritt. Die Dikotyledonen speichern allerdings fast alle relativ reichlich Stärke, wie folgende Übersicht Meyer's zeigt:

Sehr viel Stärke speichern: Solanaceae; Papilionaceae.

Viel: Papaveraceae; Fumariaceae; Crassulaceae; Geraniaceae; Oxalidaceae; Malvaceae; Polemoniaceae; Convolvulaceae; Scrophulariaceae; Labiatae; Plantaginaceae; Primulaceae u. s. f.

Mäßig viel Stärke speichern: Caryophyllaceae; Chenopodiaceae; Polygonaceae; Ranunculaceae; Rutaceae; Campanulaceae; Violariaceae u. s. f.

Wenig Stärke speichern: Manche Lobeliaceae.

Sehr wenig Stärke speichern: Manche Gentianaceae.

Die vergleichende Untersuchung lehrte allerdings weiter, daß nicht bei allen Angehörigen einer Familie ein gleiches Verhalten zu beobachten ist. So findet man z. B. bei den Kompositen (es werden 20 Spezies dieser Familie untersucht) im allgemeinen mäßige Stärkemengen in ihren Blättern. Die transitorische Stärkespeicherung ist hierbei in der Tribus der Cynarocephalae am ausgiebigsten, weniger ergiebig bei den meisten Asteroideae und Senecioideae, am schwächsten bei den Cichorioideae. Ähnliches ist bei den Gentianeae zu beobachten, nur sind die Unterschiede noch ausgesprochener. *Gentiana lutea*, *G. pannonica*, *G. purpurea* enthalten sehr wenig Stärke, *Menyanthes trifoliata* mäßig viel, *Erythraea Centaurium* reichlich.

Die Blätter der Monokotyledonen speichern durchschnittlich wenig Stärke.

Viel Stärke speichern: Dioscoreae; Juncaceae.

Mäßig viel Stärke speichern: Melanthaceae; Commelinaceae; Alismaceae.

Sehr wenig Stärke speichern: Iridaceae (so wird z. B. in dem Assimilationsparenchym der Blätter von *Iris florentina*, *I. sibirica*, *I. germanica* u. s. f. höchst selten Stärke gefunden); Araceae; Liliaceae; Orchideae (*O. fusca;* viele exotische Orchideen speichern reichlich Stärke); Amaryllideae u. s. f.

Sehr wechselnd ist das Verhalten der Gräser.

Für jene, welche der herrschenden Meinung über die Allgemeinheit der Speicherung des assimilierten Kohlenstoffs in Form von Stärke zugethan sind, liegt die Annahme nahe, daß die gefundenen graduellen Unterschiede im Stärkegehalt der Blätter verschiedener Pflanzen von dem Verhältnis der Assimilationsenergie zu der Schnelligkeit der Ableitung der Assimilationsprodukte abhängig seien.

Bringt man abgeschnittene Blätter unter günstige Assimilationsbedingungen, dann müssen sich alle aus dem Kohlenstoff entstehenden Reservestoffe in den Blättern anhäufen. Wird er in Form von Stärke gespeichert, so muß diese reichlicher auftreten, wenn die Ableitung verhütet wird. Tritt keine Stärke auf, dann kann nicht die zu energische Ableitung die Ursache sein.

Die Versuchsobjekte wurden in einen Apparat besonderer Konstruktion gebracht, der jedoch sehr günstige Assimilationsbedingungen gestattete.

1. Versuchsobjekte sind: Abgeschnittene Blätter von *Allium spirale*. *A. sativum*. *A. odorum*. *A. Cepa*, *A. victorialis*, *A. porrum*. Die Hälfte der Blätter wird nach 9stündiger Assimilation untersucht. Alle Blätter sind stärkefrei. Die andere Hälfte ist auch nach 17stündiger Assimilation stärkefrei.

2. Versuchsobjekte sind: *Datura Metel*, *Senecio saliceforum*, *Astrantia major*. An der Pflanze werden die Blätter in Stanniol eingehüllt. Durch

zweitägiges Verdunkeln werden sie stärkefrei. Diese werden zugleich mit nicht verdunkelten Blättern von *Anthericum ramosum*, *Iris germanica*, *Hemerocallis flava* in den Assimilationsapparat gebracht und dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt.

Resultat: Die Blätter von *Datura* sind dicht mit Stärke gefüllt; jene von *Senecio* enthalten etwas weniger, von *Astrantia* noch weniger Stärke. Die *Iris*-Blätter sind stärkearm, jene von *Anthericum* stärkefrei. Die Aufhebung der Wanderung der Reservestoffe hatte in diesen Fällen keinen wesentlichen Einfluß auf den Stärkegehalt der Blätter gehabt. Die Blätter von *Hemerocallis* wurden dagegen stärkereich gefunden, während sie an der Pflanze keine Stärke zeigten. Diese Befunde lassen also den Schluß zu, daß wenigstens in vielen Fällen der Unterschied in der Stärkespeicherung nur sehr unwesentlich von der Ableitung der Reservestoffe abhängt, daß also nicht nur Stärke das transitorisch gespeicherte Assimilationsprodukt ist, sondern in manchen Fällen auch lösliche Kohlehydrate, Öle oder Proteinstoffe.

Welches sind nun die Kohlehydrate, welche neben Stärke gespeichert werden? Schon durch Sachs ist bekannt geworden, daß in den Blättern von *Allium Cepa* Ablagerungssubstanzen sich finden, welche Fehling's Lösung reduzieren.

Zunächst untersucht nun Meyer, ob die Menge der reduzierenden Kohlehydrate in den Pflanzen mit stärkefreien Blättern so groß ist, daß das Auftreten dieser Verbindungen ungefähr parallel gesetzt werden kann den Stärkemengen in Laubblättern, die reichlich Stärke speichern.

Der Saft wird sorgfältig aus den der Untersuchung dienenden Blättern ausgepreßt und filtriert. Ein Teil des filtrierten Saftes wurde stets mit Salzsäure invertiert. Die erzielten Resultate lassen sich zu folgender tabellarischer Übersicht zusammenstellen:

	Reichlich Stärke speichernde Blätter.			Sehr wenig Stärke speichernde Blätter.		Keine Stärke speichernde Blätter.			
	Helianthus tuberosus.	*Nicotiana Tabacum.*	*Saponaria officinalis.*	*Gentiana lutea.*	*Iris germanica.*	*Allium cepa.*	*Asphodelus luteus.*	*Yucca filamentosa.*	*Allium Schoenoprasum.*
Zur Reduktion von 10 ccm Fehling wurden gebraucht: filtrierter Saft . . .	100	41,3	12,4	2,4	2	1,98	1,94	1,7	66
dito invertierter Saft . .	95	3	30	1,8	1,7	1,56	1,75	0,62	20,2
100 ccm Saft enthalten reduzierendes Kohlehydrat (in gr.)	0,05	0,12	0,04	2,1	2,5	2,5	2,6	2,9	0,076
dito. nicht reduzierendes Kohlehydrat . . .	0,002	1,5	0,12	0,6	0,4	0,7	0,2	5,0	0,174
Gesamtmenge der Kohlehydrate . . .	0,052	1,62	0,16	2,7	2,9	3,2	2,8	7,9	0,25

Die Menge löslicher Kohlehydrate steht also in der That in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnis zum Stärkegehalt der Blätter. Bei den reichlich Stärke speichernden Blättern finden wir im Mittel 0,611 g lösliche Kohlehydrate auf 100 ccm Saft, bei den sehr wenig speichernden 2,8 g, bei den keine Stärke speichernden 3,71 g oder, wenn wir von dem ausnahmsweisen Verhalten von *Allium Schönoprasum* absehen, sogar 4,63 g.

Die spezielleren chemischen Untersuchungen ergeben, daß höchstwahrscheinlich Kohlehydrate aus der Gruppe der Glykosen wie des Rohrzuckers oder des Inulins in den stärkearmen Blättern mancher Pflanzen vorkommen. Der Parallelismus zwischen relativer Armut an Stärke und Reichtum an löslichen Kohlehydraten macht es zwar sehr wahrscheinlich, daß diese Kohlehydrate Assimilationsprodukte sind. Zur Gewißheit kann diese Wahrscheinlichkeit dadurch werden, daß experimentell die Abhängigkeit der Menge dieser löslichen Kohlehydrate und der Stärke der Assimilation nachgewiesen wird.

Nachfolgende Untersuchungsresultate beziehen sich auf *Allium porrum:*

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Saft gut beleuchteter Blätter, die von der Pflanze getrennt zweimal den Tag über assimilierten.	Blätter direkt von der Pflanze weg untersucht.	Pflanzen verdunkelt während 75 Stunden, Blätter abgeschnitten und untersucht.	Pflanzen verdunkelt während 72 Stunden, Blätter abgeschnitten und untersucht.	Nachmittags gesammelte Blätter untersucht.	Blätter abgeschnitten, ins Freie gestellt und dann untersucht.
Ein Blatt wog durchschnittlich	11,5	11	10,1	10,7	10,4	12
10 g Blattsubstanz verloren beim Trocknen	9,4	9,1	9,12	9,26	9,02	8,88
10 ccm ungekochter, filtrierter Saft hinterlassen Trockenrückstand	—	0,767	0,426	0,460	0,641	0,636
10 ccm gekochter, filtrierter Saft hinterlassen Trockenrückstand	0,586	0,561	0,387	0,417	0,518	0,604
10 ccm Fehlingslösung brauchten vom gekochten filtrierten Saft zur Reduktion . .	1,65	1,98	3,60	3,9	2,8	1,8
10 ccm Fehling brauchten vom gekochten, filtrierten und invertierten Saft zur Reduktion	1,4	1,56	3,25	3,24	2,6	1,42

Das geringste Reduktionsvermögen besaß also der Saft der längere Zeit verdunkelten Blätter. Die abgeschnittenen Blätter enthielten den am stärksten reduzierenden Saft. Das Reduktionsvermögen des ausgepreßten Saftes hängt aber von der Menge reduzierender Kohlehydrate ab. Diese mußte also, wie a priori zu sagen war, wenn diese Kohlehydrate aus dem assimilierten Kohlenstoff entstehen, in den abgeschnittenen Blättern, welche assimilierten, die größte sein und am kleinsten in den ver-

dunkelten, also nicht assimilierenden Blättern. — In nachfolgender Tabelle sind diese Kohlehydrat-Mengen in Grammen ausgedrückt, bezogen auf 100 g frische Blattsubstanz.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Saftmenge	96,0	98,5	94,2	97,0	95,9	94,9
Lösliche beim Kochen gerinnende Eiweißstoffe	—	2,03	0,37	0,417	0,79	0,3
Glykosen	2,9	2,5	1,3	1,24	1,7	2,63
Nicht reduzierende lösliche Kohlehydrate	0,53	0,67	0,15	0,25	0,14	0,7
Gesamtmenge der löslichen Kohlehydrate	3,43	3,17	1,45	1,49	1,84	3,03

Diesen an *Allium porrum* gewonnenen Untersuchungsergebnissen stellt Meyer jene an *Yucca* erzielten gegenüber. Die Blätter dieser Pflanze sind, wie aus unserer ersten Tabelle hervorgeht, namentlich reich an nicht reduzierenden löslichen Kohlehydraten.

	Blätter von der Pflanze abgeschnitten; abends untersucht.	Pflanze 61 Stunden verdunkelt.	Pflanze 61 Stunden verdunkelt, dann 10 Stunden beleuchtet.	Pflanze 8 Tage verdunkelt.
10 ccm Fehling brauchten von dem Blattauszug zur Reduktion in Kubikcentimeter . .	20	24	21	22
— vom invertierten Blattauszug	7,4	7,9	7,4	9,3
100 ccm Zellsaft enthalten reduzierendes Kohlehydrat in Grammen	2,92	2,45	2,80	2,67
— nicht reduzierendes lösliches Kohlehydrat .	5,02	5	5,16	3,67
Gesamtmenge	7,94	7,45	7,96	6,34
100 g frische Blattsubstanz enthalten in Grammen reduzierendes Kohlehydrat	2,46	2,05	2,34	2,24
— nicht reduzierendes lösliches Kohlehydrat .	4,19	4,19	4,31	3,06
Gesamtmenge	6,65	6,24	6,65	5,3

Die chemischen Untersuchungen ließen es höchst wahrscheinlich erscheinen, daß als reduzierende Kohlehydrate aus den Blättern von *Allium porrum* nur Levulose und Dextrose in Betracht kommen können. *Yucca filamentosa* wurde auf die nicht reduzierenden Kohlehydrate geprüft. Sie erwiesen sich als der gleiche Stoff, welcher im Rhizom der Pflanze gespeichert wurde, als Sinistrin.

Die Kohlehydrate lassen sich nach der mutmaßlichen Größe ihrer Moleküle nach Meyer in folgende vier Gruppen ordnen:

α) Glykosen: $C_6 H_{12} O_6$: Dextrin (Traubenzucker), Laktose und Levulose (Fruchtzucker).

β) Rohrzuckergruppe: $C_{12} H_{22} O_{11}$: Rohrzucker.
γ) Inulingruppe: $(C_6 H_{10} O_5)_6$: Inulin, Laktosin und Sinistrin.
δ) Stärkegruppe: $(C_6 H_{10} O_5)_{12}$ (?): Stärke.

Die Glieder der Gruppen β, γ, δ gehen durch Behandlung mit verdünnten Säuren, zum Teil auch durch Fermente in die Glykosen über. Sie nehmen dabei Wasser auf. β, γ und δ sind als Kondensationsprodukte von α aufzufassen.

Aus den skizzierten Untersuchungen scheint sich nun zu ergeben, daß je nach Umständen jede der 4 Gruppen als transitorisch gespeichertes Kohlehydrat in den Blättern erscheinen kann. Welches der möglichen Hydrate auftritt, scheint von Verhältnissen des Plasmas abhängig zu sein. Das Plasma der unter normalen Umständen keine Stärke speichernden Blätter, zu welchen außer wenigen Dikotyledonen die Blätter zahlreicher Monokotyledonen gehören, scheint ein geringes Kondensationsvermögen zu besitzen. Allerdings dürfen wir uns nicht vorstellen, daß in den assimilierenden Zellen immer zuerst Glykosen gebildet werden, welche weiterhin kondensiert werden könnten, so daß also auch da, wo wir Stärke in den Blättern finden, Glykosen das Übergangsglied wären. »Zu dieser Annahme«, schreibt Meyer, »sind wir nicht berechtigt; vielmehr zeigen uns die Thatsachen nur, daß je nach den Verhältnissen das eine Mal direkt Stärke, das andere Mal direkt Zucker entsteht, wenn C, H und O zu Kohlehydraten verarbeitet wird.«

Die aus den angeführten theoretischen Beziehungen näher liegende Anschauung, daß, da die Stärke ein Kondensationsprodukt einfacherer Kohlehydrate, also der Glykose ist, diese bei der Assimilation jener vorangehe, vertritt Schimper in der citierten Abhandlung mit den Worten: »Wir dürfen aus diesen Erscheinungen mit größter Wahrscheinlichkeit schließen, daß überall im Assimilationsprozeß Glykose gebildet wird und daß die Stärke aus dieser Glykose entsteht, wenn die Menge derselben in der Zelle ein bestimmtes, je nach der Art ungleiches Maximum überschreitet.« Die Erscheinungen, auf welche er sich in der Hauptsache beruft, sind folgende. Vergleichende Untersuchungen führen zu dem Satz, »daß die Menge der Glykose derjenigen der Stärke umgekehrt proportional ist«, ein Satz, mit dem ja auch Meyer's Untersuchungen im Einklang stehen. Also dürfte die Glykose für die Pflanze eine gleiche Bedeutung besitzen wie die Stärke und wie diese ein Produkt der Assimilation sein.

Warum nun treffen wir in den einen Blättern den assimilierten Kohlenstoff als Stärke, in den anderen als Glykose? — Wie erwähnt wurde, kann Stärke durch Fermentwirkung in Glykose übergehen. Es ließe sich also die Verschiedenheit in bezug auf den Stärkegehalt auf das Vorhandensein ungleicher Mengen oder auf ungleiche Wirksamkeit eines die Stärke auflösenden Fermentes zurückführen. Schimper prüfte deshalb die Extrakte einer Anzahl von Blättern, die verschiedenen Stärkegehalt besaßen, auf ihre diastatische Wirkung, indem er die ausgezogenen Säfte während 24 Stunden auf Kleister wirken ließ. Das Resultat ergibt folgende Tabelle:

	Stärkegehalt.	1 g frische Blattsubstanz mit 2 ccm H_2O zerrieben. Von filtrierter Lösung 2,5 ccm mit 3,5 ccm. 1% Kartoffelstärkekleister vermischt.	2 g mit 7 ccm H_2O zerrieben. 1 ccm des Extrakts mit 4 ccm 1% Kartoffelkleister vermischt.
Hydrocharis morsus ranae	sehr viel	zum Teil gelöst	wenig gelöst
Tropaeolum majus .	etwas weniger	ganz gelöst	ganz gelöst
Impatiens parviflora	noch weniger	dito.	zum Teil gelöst
Euphorbia Peplus . .	viel	—	ganz gelöst
„ *verrucosa*.	viel	ganz gelöst	—
„ *Lathyris* .	wenig	dito.	—
„ *helioscopia*	wenig	—	kaum gelöst
Iris germanica. . .	sehr wenig	ganz gelöst	ganz gelöst
Platanthera bifolia .	fehlt gewöhnlich	dito.	zum größten Teil gelöst
Allium Cepa . . .	stärkefrei	wenig gelöst	kaum gelöst

Das Extrakt der stärkereichen Blätter von *Tropaeolum majus* enthält also ein sehr wirksames Ferment, während z. B. das Extrakt der stärkefreien Blätter von *Allium* nur wenig wirksam ist. Es kann also der ungleiche Stärkegehalt nicht von der Menge oder Wirksamkeit eines Fermentes abhängig sein.

Folgende Beobachtungen dürften vielmehr die Erscheinung erklären. Werden Blätter von *Iris germanica*, in welchen nur unter ganz günstigen Assimilationsbedingungen etwas Stärke beobachtet wird, auf 20% Zuckerlösung gelegt oder in eine besonders CO_2-reiche Atmosphäre gebracht, dann tritt reichlich Stärke auf.

Verschiedene *Euphorbia*-Arten enthalten, wie zum Teil schon aus vorangehender Tabelle ersichtlich ist, sehr ungleiche Stärkemengen. Man muß also annehmen, daß auf der gleichen Stufe des Assimilationsprozesses je nach der Art, zum Teil sogar je nach der Zelle, bald Glykose, bald Stärke gebildet wird, eine Annahme, wie sie von Meyer ausgesprochen wurde; oder aber es wird überall zuerst Glykose erzeugt, welche nachher je nach Umständen mehr oder weniger vollkommen in Stärke übergeführt wird. An *Euphorbia helioscopia* und *E. trigonocarpa* wurde die Konzentration der Glykoselösung innerhalb der Zelle dadurch gesteigert, daß letztere während 3 Tagen auf 3%, erstere auf 10% Zuckerlösung gelegt wurde. »Die Blätter enthielten am Ende des Versuchs sehr reichlich Stärke in ihren Leitscheiden und stellenweise auch im Mesophyll.«

Schimper legt in der citierten Abhandlung das Hauptgewicht auf die Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. Da die wandernden Stoffe mikrochemisch von Zelle zu Zelle verfolgt wurden und damit wohl zum erstenmal der experimentelle Beweis der Art und der Wege der Stoffwanderung erbracht ist, dürfte auch dieser Teil der Arbeit der Beachtung wohl wert sein.

Schimper verwendete für seine experimentelle Bestimmung der Form

und der Wege der wandernden Stärke in erster Linie Blätter von *Impatiens parviflora*. — Werden die Blätter der Chloraljodprobe unterworfen, so erscheinen sie im auffallenden Licht tintenschwarz. Nur die Nerven sind gelblich. Verdunkelung führte auch hier, selbst wenn die Stärkeauflösung verhältnismäßig langsam vor sich ging, nach etwa 48 Stunden zu einer vollständigen Lösung der Stärke. Das Lösungsprodukt ist, wie aus den chemischen Reaktionen zu schließen, Glykose. Der experimentelle Beweis wurde in folgender Weise erbracht: Drei Blätter werden der Länge nach geteilt, so daß die größere Hälfte mit dem Mittelnerv an der Pflanze verbleibt. Die Versuchsobjekte werden verdunkelt. Durch die gegenüberstehenden Blätter läßt sich konstatieren, daß zu Anfang des Versuchs die Blätter besonders stärkereich waren; doch auch die Zuckerreaktion ist deutlich, wennschon die Zuckermenge gering ist. Es besteht also zwischen Stärke- und Zuckergehalt jenes reciproke Verhältnis, das uns nun schon mehrfach bekannt wurde. Wir stellen die Beobachtungsresultate zu folgender Tabelle zusammen:

Dauer der Verdunkelung.	Getrennter Blattteil.		Verwachsener Blattteil mit Mittelnerv.	
	Stärkegehalt	Zuckergehalt	Stärkegehalt	Zuckergehalt
12 Stunden	vermindert	Zuckerreaktion bedeutend auffallender als beim Beginn des Versuchs	vermindert	Zuckerreaktion wie beim Beginn des Versuchs
nach weiteren 27 Stunden	fast verschwunden	Zuckermenge bedeutend größer	fast verschwunden	ungefähr gleich
nach weiteren 45 Stunden	stärkefrei	unverhältnismäßig viel mehr Zucker als zu Anfang des Versuchs	stärkefrei	an der Basis des Mittelnervs Zucker mikroskopisch nachweisbar. Seitennerven und Mesophyll zuckerfrei

Die Umwandlung der Stärke in Glykose erfolgt, wie Schimper experimentell nachweist, durch ein allerdings nicht sehr energisch wirkendes Stärke lösendes Ferment. Damit ist natürlich nicht gesagt, »daß diese Umwandlung die letzte ist, welche die Assimilate, um in die Wanderungsform überzugehen, erleiden.« Indem man sich auf diosmotische Versuche berief, ist die Ansicht ausgesprochen worden, daß Glykose deshalb nicht das wandernde Kohlehydrat sein könne, »weil dasselbe durch das Plasmahäutchen nicht zu diosmieren vermöge.« Wenn aber stärkefreie Blätter, die auf Zuckerlösung gelegt werden, nach 24 Stunden stärkehaltig geworden sind, so muß doch Zuckerlösung nicht nur die Zellwände, sondern auch das diesen anliegende Plasmahäutchen der Assimilationszellen durchdrungen haben. Dennoch vertritt Schimper in folgenden Worten die Ansicht, daß die Glykose nicht im eigentlichen Sinne

der wandernde Körper sei: »Es gibt aber einen gewichtigen Grund, anzunehmen, daß der in den *Impatiens*-Blättern nachweisbare Zucker nicht wirklich ein wandernder Stoff sei, nämlich die Thatsache, daß er sich in den Nerven in viel größerer Menge als in den Mesophyllzellen befindet und in ersteren noch reichlich vorhanden ist, nachdem das Mesophyll bereits keine Zuckerreaktion mehr gibt. Eine solche ungleiche Verteilung des wandernden Stoffes ist, wenn die Wanderung wirklich auf Diffusionsvorgängen beruht, selbstverständlich unmöglich. Die Glykose stellt vielmehr nur das letzte nachweisbare Glied in der Kette von Veränderungen dar, welche die Stärke erleidet, um in das eigentlich wandernde Kohlehydrat umgewandelt zu werden.«

Die feineren Verhältnisse der Wanderung gestalten sich nach Schimper folgendermaßen: Zu den Versuchen eignen sich namentlich die Schattenblätter von *Impatiens parviflora*. Typisch kommt ihnen eine fiederige Nervatur zu. Der Hauptnerv besteht aus einer oberflächlichen Lage langgestreckter Chlorophyll- und stärkearmer Zellen und mehreren Gefäßbündeln, die nach oben zu einem einzigen Strang sich vereinigen. Die Bastseite der Bündel ist von einer Stärkeschicht überzogen. Die stärkeren Seitennerven wiederholen die Struktur des Hauptnervs. Die peripheren langgestreckten Zellen, welche auch hier die Nerven umgeben, nennt Schimper die »Leitscheiden«. Durch sie wird das Gefäßbündelsystem von dem Mesophyll getrennt. Dieses besteht aus Palissadenzellen, welche nach unten dem Schwammparenchym unmittelbar anliegen.

Normal ist dieses in seiner ganzen Ausdehnung stärkereich, ebenso die Stärkeschicht, welche jedoch nur dem Hauptnerv und den primären Seitennerven zukommt. Weniger Stärke ist in den gestreckten Zellen der Leitscheiden der dünnsten, viel weniger in den Leitscheiden der dickeren Nerven. Wird ein solches Blatt nach 24stündiger Verdunkelung mit Chloraljod behandelt, so beobachtet man ein äußerst feinverzweigtes gelbes Netz auf dunkelblauem Grund. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die Leitscheiden nunmehr alle stärkefrei sind, ebenso die dicht an diese sich anschließenden Mesophyllzellen. In größerer Entfernung vom Bündelsystem ist der Stärkegehalt der Zellen ziemlich der gleiche. Diese Beobachtung ist dann wohl verständlich, wenn sich die wandernden Kohlehydrate in den Nerven bewegen. Damit stehen denn auch folgende Vorgänge bei der Entleerung durchaus im Einklang. Nach dem Verdunkeln erscheinen die feinen Nerven und das Mesophyll bereits zuckerfrei, wenn die stärkeren Seiten- und der Hauptnerv noch zuckerreich sind. Aus jenen verschwindet er wieder früher als aus diesem und hier beobachtet man, daß die Basis des Nervs bisweilen noch zuckerreich ist, wenn die Spitze bereits nicht mehr reagiert.

Daß sich die wandernden Kohlehydrate aber in den Leitscheiden und nicht in den Gefäßbündeln bewegen, beweist Schimper durch folgende Versuche:

1. Während der Entleerung wird durch die Zuckerprobe in den gestreckten Zellen der Leitscheiden reichlich Zucker nachgewiesen, während er in den Gefäßbündeln und der Stärkeschicht nur in Spuren nachweisbar ist. Wird das Blatt, nachdem es bis zur Entleerung verdunkelt war,

auf etwa 3% Zuckerlösung gelegt, so sind wieder die Zellen der Leitscheiden auffallend zuckerreich, während der Zuckergehalt der übrigen Elemente der Nerven sehr gering ist.

2. Blättern von *Plantago media* wurden aus den größeren Nerven die Gefäßbündel möglichst sorgfältig herausgezogen. Die Spreite wurde der Länge nach geschnitten, um jede Verbindung des Stammes mit den kleinsten Bündeln aufzuheben. — Die Chloraljod- und die Zuckerprobe erwiesen die Blätter der Versuchspflanzen stärke- und zuckerhaltig. Die Versuchsblätter wurden nun während 10 Tagen verdunkelt. Sie sind alle stärkefrei und der Zuckergehalt ist bedeutend verringert. Das beweist also, »daß die Entleerung in den unverletzten und in den ihrer Gefäßbündel beraubten feuchtgehaltenen Blättern in gleicher Weise vor sich ging.«

3. Daraus, daß die Leitscheidenzellen eine viel größere Anziehungskraft zu gelösten Kohlehydraten besitzen als die eigentlichen Mesophyllzellen, dürfte wohl ebenfalls zu schließen sein, daß sie die Leitbahnen der wandernden Kohlehydrate sind. Schon der Umstand, daß in den Leitscheiden noch Zuckerreaktion erfolgt, während sie in dem Mesophyll nicht beobachtet wird, soll die größere Anziehung beweisen, vor allem aber der Umstand, daß Zucker, der aus einer Lösung aufgenommen wurde, sich in den Zellen der Leitscheiden schneller anhäuft als im Mesophyll. Um den Einwand, es möchte das auf einer größeren Durchlässigkeit der Cuticula an den Nerven beruhen, zu zerstreuen, führte Schimper Kochsalzdiosmosen an *Hydrocharis morsus ranae* aus. Leicht war hier durch die Kontraktion des Plasmaschlauches das Eindringen des Kochsalzes zu konstatieren und es ergab sich, daß die Cuticula durchgängig gleich permeabel ist, trotzdem jene für die Leitscheiden von *Impatiens* geltenden Angaben hier in noch ausgesprochenerer Weise beobachtet werden konnten.

Von besonderem Interesse mußte die Prüfung der Leitungsbahnen in Blättern mit Milchgefäßen sein. Diese sind nach allgemeiner Ansicht Elemente des Leitungssystems, Röhren, die sowohl zur Leitung von Eiweißkörpern als Kohlehydraten dienen sollen. In bezug auf letztere führen Verdunkelungen wieder zum Ziel. Wir geben nachstehend eine Beobachtungsreihe an *Euphorbia Peplus:*

»Nach 48stündiger Verdunkelung findet man in dem Mesophyll und in der Leitscheide nur noch stellenweise Stärke. Der Stärkegehalt der Stärkeschicht und der Milchröhren ist dagegen unverändert.

Nach 5tägiger Verdunkelung ist die Stärke aus ersterem spurlos verschwunden. Der Stärkegehalt der letzteren ist unverändert.

Nach 7tägiger Verdunkelung ist auch in der Stärkeschicht die Stärke nahezu verschwunden. Eine Abnahme der Zahl und Größe der Stärkekörner in den Milchröhren ist noch nicht sichtbar.

Erst nach 12tägiger Verdunkelung erscheint die Zahl der Stärkekörner in den Milchröhren etwas dezimiert. Ihre Größe ist aber durchschnittlich noch jene der Stärkekörner in den normalen Blättern.«

Es sind also die Milchröhren wohl Reservestoffbehälter.

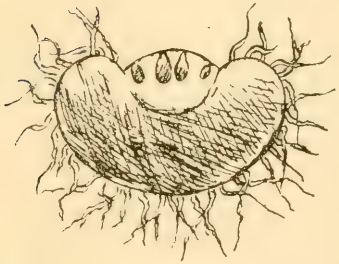
Winterthur. Dr. Rob. Keller.

Das Prothallium von Lycopodium.

(Mit 3 Holzschnitten.)

Aussaaten von *Lycopodium*-Sporen waren bisher stets von negativem Erfolg begleitet. Denn die besten Resultate, welche DE BARY erzielte, führten nicht über einen 7—11 zelligen Vorkeim hinaus. Es war daher eine geradezu epochemachende Entdeckung, als vor 13 Jahren FANKHAUSER bei Langnau im Emmenthal zwischen Sphagnen einige Keimpflänzchen von *Lycopodium annotinum* in Verbindung mit dem ausgewachsenen Prothallium fand. Dasselbe war ein etwa 15 mm langer und 6 mm dicker knolliger, wulstiggelappter chlorophyllfreier Gewebekörper. Eine gewisse Ähnlichkeit mit dem ebenfalls chlorophyllfreien, unterirdischen und körperlichen, wenn auch kleinern Vorkeim der Ophioglosseen *(Botrychium cunaria)* ist also unverkennbar.

FANKHAUSER unterschied auf Quer- und Längsschnitten vier Gewebeschichten. In der obersten, wir wollen sie die generative nennen, liegen die großen ovalen Antheridien, die nach außen von einer Zellenlage bedeckt sind. Nach innen grenzen sie an ein Gewebe, welches aus zart-

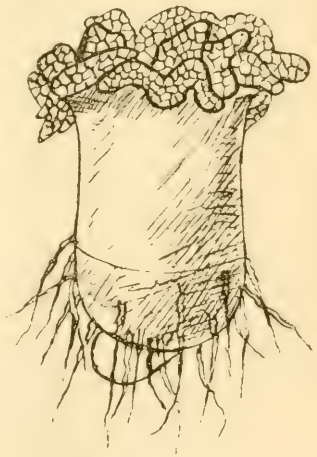


wandigen Zellen mit großem Lumen besteht. Darauf folgen mehrere Reihen kleiner fettreicher Zellen. Die Unterseite des Prothalliums besteht aus gestreckten Zellen. Aus den äußersten, derbwandigen entspringen Wurzelhaare. Wurden auch keine Archegonien gefunden, so sind doch diese Prothallien keinesfalls getrenntgeschlechtig, da mit denselben junge Keimpflänzchen in Verbindung standen.

Wohl dürfen wir annehmen, daß diese Entdeckung für manche Botaniker die Veranlassung wurde, auf ihren Exkursionen nach diesen Prothallien eifrig zu suchen. Aber unseres Wissens sind erst in neuester Zeit die mannigfachen Bemühungen von Erfolg gekrönt worden, indem BRUCHMANN im vorigen Jahr im Thüringerwald ebenfalls verschiedene Prothallien von *Lycopodium annotinum* entdeckte. Vor allem aber wurde die Lücke in unserer Kenntnis der Entwickelung dieser Gefäßkryptogamen dadurch ausgefüllt, daß es TREUB in Java gelang, aus Sporen junge Pflänzchen von *Lycopodium cernuum* zu erziehen.

Bruchmann's Prothalliumknöllchen sind ungleich regelmäßiger gestaltet als jene von Fankhauser beschriebenen. Es sind ungefähr 5 mm lange, 2—3 mm breite und hohe muldenförmige schmutzig weiße, von dichtem Wurzelfilz umgebene Körper. Die vom Wurzelfilz freien polsterartigen Erhebungen der obern Seite schließen die Antheridien ein. Bruchmann unterscheidet an seinen Prothallien zwei Schichten: die polsterartig aufgetriebene ist die generative, die basale dagegen die vegetative. Alle Zellen sind chlorophyllfrei, die vegetativen dunkleren Zellen reich an Nährstoff. Diesen vegetativen Teil teilt Bruchmann in vier Zonen. Die den helleren Zellen der generativen Schicht anliegenden Zellen, die eigentlichen Reservestoffbehälter des Prothalliums, sind dicht mit Fett und Stärke angefüllt. Daran grenzen Palissadenzellen; dann folgen tafelförmige Zellen und endlich die Epidermis, aus welcher die Wurzelhaare hervorgehen. Die meisten derselben sind von mehreren Pilzfäden der Länge nach durchzogen, die auch wohl noch in das basale Zellgewebe des Prothalliums eindringen.

In bezug auf die Größe der Antheridien wurden ziemlich weitgehende Unterschiede beobachtet (verschiedene Entwickelungszustände?). In der Mitte des Polsters sind die größten, nach dem Rande zu werden sie kleiner. Die ihren Innenraum ausfüllenden Zellen sind ursprünglich polyedrisch. Später runden sie sich ab, sind also morphologisch den Mutterzellen anderer Antheridien von Gefäßkryptogamen gleichwertig. Doch eine weitere Übereinstimmung war nicht, wie sich erwarten ließe, zu konstatieren. »Ich sah, schreibt Bruchmann, zwar in normaler Weise den Inhalt der reifen Antheridien hervorquellen; aber die in Frage stehenden Zellen geben, indem ihre Membran verschleimt, nicht je ein Spermatozoid, sondern an zehn und mehr kleine, helle und farblose Zellen (wohl Mutterzellen der Spermatozoiden?) frei, aus welchen, wie mir schien, Gebilde (wohl Spermatozoiden?) frei wurden, die nun mit großer Schnelligkeit nach Art der Spermatozoiden sich umherbewegten.«



Archegonien konnte auch Bruchmann nicht beobachten.

Das Prothallium von *Lycopodium cernuum* ist nach Treub ein aufrechtstehender, walzenförmiger, etwa 2 mm langer und 1 mm dicker Gewebekörper, dessen oberes Ende vielfach gelappt ist, während das untere Drittel zahlreiche Wurzelfäden besitzt. Der untere Teil steckt in der Erde. Während der obere Teil in saftigem Grün prangt, enthalten die Zellen des unteren Teiles nur wenig Chlorophyll. In der Nähe der Basis der Lappen bilden sich aus oberflächlichen Zellen die Antheridien. Die Spermatozoiden ähneln denen von *Selaginella*.

Neben den Antheridien entwickeln sich auf dem gleichen Prothallium

die Archegonien. So bilden Antheridien und Archegonien einen Kranz um die blattartigen Lappen des Prothalliums. In den Zellen der äußersten Gewebeschicht findet sich häufig ein Pilz, der gelegentlich auch zwischen tiefer gelegene Zellen des Zellkörpers eindringt, ohne daß aber aus diesem Zusammenleben ein sichtbarer Nachteil für das Prothallium beobachtet wäre.

Das von Treub beschriebene *Lycopodium*-Prothallium weicht also in ganz erheblichem Grad, in ganz wesentlichen Punkten von Bruchmann's und Fankhauser's Beschreibung ab und es drängt sich die Frage auf: Ist es wahrscheinlich, daß innerhalb der gleichen Gattung das Prothallium so weit gehende Verschiedenheiten zeigt? Pax knüpft an Treub's Studien die Bemerkung, »daß wohl noch nicht alle Zweifel gelöst sein dürften, ob wir es bei Bruchmann wirklich mit Lycopodien-Prothallien zu thun haben.« Wenn wir aber Fankhauser's Darstellung mit der Bruchmann'schen vergleichen, dann können wir zwischen beiden wesentliche Differenzen nicht finden. An der Prothalliumnatur der Fankhauser'schen Knöllchen aber kann nicht gezweifelt werden, da dieselben mit den Lycopodienpflänzchen in Verbindung standen. Vielleicht dürfte der Pilz, von welchem die von Bruchmann beschriebenen Prothallien in viel höherem Grade befallen zu sein schienen als die von Treub, doch nicht so harmloser Natur sein; vielleicht daß die vermeintliche Symbiose ein echter Parasitismus des Pilzes ist, daß also Bruchmann's Prothallien einen pathologischen Zustand repräsentieren. Nur vermehrte Funde oder glückliche Kulturen werden diese wichtige Frage zu entscheiden vermögen. R. K.

Litteratur und Kritik.

Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, von Julius Wiesner. Zweite Auflage. Wien, Alfred Hölder, 1885.

Der ersten Auflage dieses Lehrbuches ist, nach dem verhältnismäßig kurzen Zeitraum von $3^1/_2$ Jahren, eine zweite, verbesserte und vermehrte Auflage nachgefolgt: ein deutliches Zeichen, daß Wiesner's »Elemente« in den Kreisen der Studierenden eine rasche Verbreitung und derart eine Anerkennung gefunden haben, welche für das Schicksal eines solchen Werkes in erster Linie entscheidend ist.

Wie in der ersten Auflage gliedert der Verf. auch diesmal den ersten Hauptteil des Buches, die »Anatomie« in drei Abschnitte, welchen noch ein »Anhang« hinzugefügt wird. Der erste Abschnitt behandelt die Anatomie der Zelle, der zweite die Anatomie der Gewebe, der dritte die Anatomie der Vegetationsorgane. Wenn es in einem größeren Lehr- oder Handbuch der besseren Übersicht halber sowie zur Vermeidung zahlreicher Wiederholungen zweckmäßig erscheint, den anatomischen Bau der Vegetationsorgane vollkommen in der vergleichenden Gewebelehre aufgehen zu

lassen, so muß anderseits in Berücksichtigung der Ziele, welche sich ein kurzgefaßtes Kompendium setzt, die von Wiesner durchgeführte Verteilung des Stoffes als ganz praktisch bezeichnet werden. Der Abschnitt über die Anatomie der Vegetationsorgane enthält auf diese Weise eine das Verständnis fördernde Rekapitulation der Gewebelehre oder setzt doch eine solche voraus, wobei natürlich infolge des veränderten Standpunktes der Betrachtung so manche Einzelheit von anderer Seite beleuchtet wird; überdies kann das Moment der Vergleichung in der für den Anfänger faßlichsten Form zur Geltung kommen. Bei dieser Gelegenheit sei gleich bemerkt, daß es sich wohl empfohlen hätte, den das sekundäre Dickenwachstum besprechenden Teil des »Anhanges« in den Abschnitt über die Vegetationsorgane einzufügen.

In dem Abschnitt, welcher die Zellenlehre behandelt, werden die einschlägigen Thatsachen in hinreichend erschöpfender Weise und in übersichtlicher Anordnung besprochen. Wenn der Verf. als die wesentlichsten Bestandteile der Zelle das Protoplasma, den Zellkern und die Zellhaut anführt und jeden dieser Bestandteile in einem besonderen Kapitel schildert, so wird wohl durch diese Einteilung die Natur des Zellkerns als eines bestimmten Organes des Plasmaleibes nicht scharf genug hervorgehoben. Eher dürfte es sich empfehlen, der Besprechung des Zellsaftes ein besonderes Kapitel einzuräumen.

Auch der Abschnitt über die Anatomie der Gewebe zeichnet sich durch übersichtliche Gruppierung des Stoffes aus. Indem der Verf. die Dauergewebe in Grund-, Haut- und Stranggewebe einteilt, schließt er sich im Prinzipe an die Sachs'sche Gewebeeinteilung an, deren didaktische Vorzüge hinreichend bekannt sind. Während aber der letztgenannte Botaniker den Fortschritten, welche die Pflanzenanatomie im letzten Dezennium aufweist, keinerlei Konzessionen macht und nach wir vor an der ursprünglichen Definition des Begriffes »Grundgewebe« festhält, wird von Wiesner den neueren Anschauungen und Erfahrungen dadurch Rechnung getragen, daß er die Kollenchym- und Baststränge aus dem Grundgewebe ausscheidet und zu den »Stranggeweben« zählt. Er acceptiert damit einen Vorschlag, welchen der Ref. bereits im Jahre 1878 in seiner »Entwickelungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems« (p. 75) gemacht hat. Der Ref. hat dort betont, daß, wenn man schon an der Sachs'schen Gewebeeinteilung ihrer didaktischen Vorzüge halber festhalten wolle, dies nur in der Weise konsequent durchführbar sei, daß man als »Grundgewebe« ausschließlich jene Gewebemassen bezeichne, »welche nach der Anlage und Ausbildung der Hautgewebe und der beiden Strangsysteme — des mechanischen und des ernährungsphysiologischen — noch übrig bleiben.«

In bezug auf die Darstellung des Gefäßbündelbaues kann sich der Ref. in mehreren Punkten mit dem Verf. nicht einverstanden erklären. Wenn es z. B. auf p. 106 und 107 heißt, daß ein kollateral gebauter Mestomstrang, welcher ringsum von einer Baströhre umgeben ist, als eine Übergangsform vom konzentrischen zum kollateralen Bündel zu bezeichnen ist, so wäre dagegen einzuwenden, daß der konzentrische oder kollaterale Bau eines Gefäßbündels ausschließlich von der gegenseitigen Lagerung

des »Phloëms« und »Xylems« abhängt und daß jene Baströhre weder dem einen noch dem anderen dieser beiden Hauptteile des Gefäßbündels angehört. Ferner kann man der Art und Weise, wie der Verf. den radialen, kollateralen und bikollateralen Bündeltypus aus dem konzentrischen ableitet, nicht beistimmen. Denn mit der bloßen Annahme, daß das Phloëm des konzentrischen Bündels bald an der Rinden- und Markseite, bald an den Flanken des Bündels verschwunden sei, reicht man auf diesem schwierigen Gebiete in keinem Falle aus. Will man sich den in Rede stehenden Übergang, wie er im Laufe der phylogenetischen Entwickelung der Kormophyten thatsächlich erfolgt sein dürfte, auch nur einigermaßen zurechtlegen, so sind hierbei sehr weitläufige physiologische Auseinandersetzungen und Erwägungen nicht zu umgehen; dieselben übersteigen aber bereits das Auffassungsvermögen des Anfängers.

Im vorletzten Kapitel dieses Abschnittes über die »Gegenseitige Anpassung der Gewebe« bespricht der Verf. eine Anzahl nicht eben streng zusammengehöriger Erscheinungen im anatomischen Bau der Gewebe. Die Bildung von Atemhöhlen, die Entstehung des Hypoderms, sei es in Form mechanischer Belege oder als Wassergewebe, die Ausbildung von äußeren und inneren Schutzscheiden und das Auftreten einer Markkrone: dies alles sind doch so differente Erscheinungen, daß man den Begriff der gegenseitigen Anpassung der Gewebe in ungewohnter Weise erweitern muß, um diese Bezeichnung auf all die erwähnten Erscheinungen anwenden zu können.

Im Schlußkapitel der »Anatomie« werden »Betrachtungen über die Arten der Gewebe und über Gewebesysteme« angestellt. Der Verf. spricht sich in demselben auch über die anatomisch-physiologische Betrachtung und Einteilung der Gewebe aus und sucht den Anfänger in klarer Weise mit den diesbezüglichen Bestrebungen bekannt zu machen. Trotz mancher anerkennender Worte nimmt Wiesner gegenüber der Aufstellung von anatomisch-physiologischen Gewebesystemen eine ablehnende Haltung ein. Wenn er als Grund hierfür vor allem angibt, daß die physiologischen Gewebesysteme der Anschaulichkeit entbehren, so kann der Ref. diesen Einwand auch vom Standpunkte des Lehrers nicht gelten lassen. Gerade das Festhalten der physiologischen Leistung eines bestimmten Gewebes erleichtert den Gesamtüberblick über die einzelnen anatomischen Eigentümlichkeiten desselben, die nun nicht mehr in loser Gedankenverknüpfung einfach der Reihe nach aufgezählt werden.

Der zweite Hauptteil des Buches, die »Physiologie«, zeichnet sich durch eine vorzügliche, in allen Teilen wohldurchdachte Darstellung besonders aus. Man erkennt sofort, daß sich der Verf. hier auf seinem eigentlichen Forschungsgebiete bewegt.

Die neuere und neueste Litteratur findet im Texte sowohl wie in den Noten eine für Lehrbuchzwecke vollkommen hinreichende Berücksichtigung. Bei Besprechung des Problems der Jahresringbildung hätten Krabbe's schöne Untersuchungen hierüber nicht ganz unerwähnt bleiben sollen.

Die Anzahl der Holzschnitte ist in der neuen Auflage von 101 auf 125 gestiegen. Bei der Darstellung des mechanischen Systems wäre die

Einschaltung einiger schematischer Abbildungen (etwa die Querschnittsansicht eines *Juncus*- und eines Gramineenhalmes) erwünscht gewesen. Einige unrichtig gezeichnete Illustrationen, wie z. B. Fig. 16 A, wo die Schließzellen ringsum ganz gleichmäßig verdickt erscheinen, und Fig. 109, wo das Dermatogen und das Periblem gesonderte Initialen aufweisen, werden sich in einer eventuellen 3. Auflage leicht ersetzen lassen. Bis zu dem Erscheinen derselben möge die vorliegende Auflage zahlreiche und dankbare, d. h. aufmerksame Leser finden!

Graz. G. Haberlandt.

W. Dickerhoff u. P. Grawitz, Die Acne contagiosa des Pferdes und ihre Ätiologie. Virchow's Archiv f. patholog. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Med. 102. Band. 1885.

Aus England eingeführte edle Reitpferde finden sich nicht selten mit einer eigentümlichen Hautkrankheit behaftet, welche durch Ansteckung vermittelst der Schabracken und Decken auf andere Pferde übergeht. Obwohl sich diese Affektion in Gestalt von Pocken oder Pusteln äußert und daher vom Laienpublikum mit dem Namen der »englischen Pocken« belegt wurde, ist sie doch nach den vorliegenden sorgfältigen Untersuchungen jener beiden Autoren, von denen der eine bekanntlich ein sehr erfahrener Kliniker, der andere ein tüchtiger Patholog, von den »echten Pocken« und anderen Hautausschlägen derart verschieden, daß sie einen besondern Namen »Acne contagiosa« verdiente. Sie prägt sich darin aus, daß auf der der Sattellage entsprechenden Region des Rückens, seltener an anderen Stellen des Rumpfes, ein oder mehrere Entzündungsherde auftreten, welche einen Durchmesser von 2—8 cm erreichen und je nach ihrer Größe 1—25 Pusteln vom Umfang einer Erbse bilden. Bei größeren Entzündungsherden dringt der Entzündungsprozeß bis in das Unterhautgewebe, wodurch lebhafte Schmerzen verursacht werden. In den Pusteln solcher Herde entsteht starke Eiterung und die von denselben ausgehenden Lymphgefäße schwellen zu federkiel- bis fingerstarken Strängen an. Zur Abheilung dieser größeren Herde bedarf es meist mehrerer Wochen.

Diese Ergebnisse der klinischen Beobachtung führten die genannten Autoren zu der Vermutung, daß das Kontagium der Krankheit ein Spaltpilz sein möge, und sorgfältig ausgeführte Untersuchungen ergaben die Richtigkeit dieses Gedankens. Es gelang, einen Spaltpilz aus dem Eiter zu isolieren und weiter zu züchten, der folgende Eigenschaften zeigt: Er läßt sich besonders auf Pferde- oder Rinderblutserum leicht züchten, schon nach 24 Stunden sieht man in und neben dem Impfstrich zahlreiche Pünktchen auftreten, die die Größe eines Mohnkörnchens erreichen und anfangs weiße, später gelblich-graue Farbe annehmen. Auf Agar-Agar schon weniger üppig gedeihend, kommt der Pilz in Nährgelatine noch weniger gut zur Entwickelung. Der Einstichkanal wird mit einem dünnen weißlichen Überzug versehen, nach mehreren Wochen entwickeln

sich am Eingange des Kanals mohn- bis hirsekorngroße, reinweiße Kolonien. Eine Verflüssigung der Gelatine findet nicht statt. Viel dürftiger sind die Kolonien auf Kartoffelscheiben bei Zimmertemperatur. Die Kolonien bestehen aus sehr kleinen, geraden oder leicht gebogenen Stäbchen, welche etwa die halbe Länge der Tuberkelstäbchen und etwas geringere Dicke zeigen, nach der Teilung sich leicht isolieren und daher nicht in ausgesprochener Fadenbildung beobachtet wurden. Sie gliedern sich in je zwei kugelig oder ellipsoidisch erscheinende Glieder. Letztere stellen Gonidien dar, denn bei Aussaat auf Blutserum wuchsen sie zum überwiegend großen Teile zu Stäbchen aus. Bei 37^0 C. entwickelt sich der Pilz am besten, unter ca. 17^0 C. hört die Vegetation auf. Schwach alkalische und neutrale Lösungen sind am geeignetsten; in schwachsaurem Agar-Agar bleiben die Kolonien klein und spärlich. Fäulnis wird durch den Pilz nicht erregt, daher kein übler Geruch in den Kulturen wahrzunehmen. In trocken aufbewahrten Eiterschorfen bleibt er lange lebensfähig, nach vier Wochen keimt er noch leicht aus. Erwärmung einer Kultur auf $80—90^0$ C. tötet ihn. Aus Traubenzucker und Milchzucker wird weder Alkohol noch Kohlensäure abgespalten. Der Pilz ist ein Aerobion.

Durch mehrfache, modifizierte Impfungen (Verreibungen in die Haut) mit dem gewonnenen Reinmaterial riefen die Verfasser die typische Acne contagiosa beim Pferd hervor und erwiesen damit, daß der Pilz in der That als das Kontagium der Krankheit anzusprechen ist. Außerdem haben Dickerhoff und Grawitz auch bei anderen Tieren eine Empfänglichkeit für Übertragung des Pilzes konstatiert, so bei Kalb, Schaf und Hund, in deren Haut nach Pilzeinreibung geschorener Stellen Bildung von Pusteln hervorgerufen wurde. Doch war die Wirkung eine minder heftige als beim Pferd. Auch an Kaninchen erwies sich der Pilz als Acne-Erzeuger, aber nur bei äußerer Einreibung auf intakte Haut; doch wird er hierbei zugleich schon zum Erreger von Eiterungen, da in der Unterhaut Abscesse hervorgerufen werden. Bei subkutaner Injektion indessen erfolgt je nach der Menge der Pilzmasse eine erysipelartige Schwellung, Mortifikation der Haut und Fascie und allgemeine Intoxikation, oder Mortifikation und sequestrierende Eiterbildung. Bei anderen Nagern bringt sowohl die Applikation des Pilzes auf die unverletzte Haut als subkutane Injektion ganz andere Wirkungen hervor. So erfolgt nach Anwendung der Hauteinreibung beim Meerschweinchen in der Regel eine erysipelatöse Schwellung der subkutanen Gewebe und unter toxischen Erscheinungen der Tod nach 48 Stunden, selten Bildung von Hautpusteln; bei Mäusen dagegen verhält sich die Haut refraktär. Nach Anwendung subkutaner Injektion wird beim Meerschweinchen die Intoxikation noch akuter; bei grauen Mäusen trägt die zum Tode führende Krankheit mehr den Charakter von Pyämie.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Infektionsversuche sind ohne Zweifel die, daß die Wirkungen des Pilzes je nach dem Substrat (d. i. je nach den Tieren) verschieden sind und daß der Pilz durch die intakte Haut hindurch einzudringen im stande ist.

Halle a. S. W. Zopf.

Die ersten Menschen und die prähistorischen Zeiten mit besonderer Berücksichtigung der Urbewohner Amerikas. Nach dem gleichnamigen Werke des Marquis de Nadaillac herausgegeben von W. Schlösser und Ed. Seler. Mit 1 Titelbilde und 70 Holzschnitten. Autorisierte Ausgabe. Stuttgart, Ferd. Enke, 1884. XII, 527 S. gr. 8^0.

Zwei Werke des berühmten französischen Archäologen: »Les premiers hommes et les temps préhistoriques«, 1881, 2 Bände, und »L'Amérique préhistorique«, 1883, 1 Band, sind von den Herausgebern zu dem vorliegenden Buche verarbeitet worden. Die hierbei sich ergebende Aufgabe, überall das Wesentliche herauszugreifen, vor allem aber »das Thatsächliche von dem mehr Spekulativen zu sondern und eine bloße Erörterung von Theorien vor den Ergebnissen der Beobachtung möglichst zurücktreten zu lassen«, ohne doch in ermüdenden Einzelheiten und trockener Aufzählung sich zu verlieren, mag nicht leicht zu lösen gewesen sein. Sie ist aber — das kann Ref. nach gründlichem und genußreichem Studium des Buches versichern — in vortrefflicher, mustergültiger Weise gelöst worden. Die Herausgeber haben sich aber nicht mit der bloßen Übertragung des so gewonnenen Stoffes ins Deutsche begnügt, sondern durchgehends die Thatsachen nach den Resultaten eigener sorgfältiger Kritik gewürdigt und demgemäß mehrere Abschnitte von Grund aus umgestaltet, andere mit neuen Belegen bereichert. So haben wir ein Handbuch erhalten, das in jeder Hinsicht den neuesten Standpunkt der Wissenschaft vertritt und fast über alle irgend denkbaren Fragen auf dem weiten Gebiete der Archäologie und Vorgeschichte ausreichenden Aufschluß gibt.

Die vorsichtige Zurückhaltung in bezug auf Verallgemeinerungen und scharfe Klassifikationen, deren sich dies Werk befleißigt (und zwar dürfen wir dies, wie gesagt, wohl noch mehr den Herausgebern als dem Verf. danken), kommt gleich im ersten Kapitel entschieden zum Ausdruck: nachdem die bekannte, von de Mortillet herrührende Einteilung der Steinzeit in die Epochen von St. Acheul, Le Moustier, Solutré, La Madelaine und Robenhausen[1] kurz charakterisiert worden, lernen wir namentlich an Hand der belgischen Funde von Dupont die Schwierigkeiten kennen, die sich dem Versuch einer Ausdehnung dieses Schemas über seine engen Grenzen hinaus sofort entgegenstellen, und billigen denn auch vollkommen das Endergebnis . . . »daß die Wissenschaft es aufgeben muß, nach einem durchgreifenden Merkmal zur Charakterisierung der Unterabteilungen der Steinzeit zu suchen. Die Lagerung, die begleitende Fauna, die Gestalt der Instrumente, die Art der Bearbeitung, Farbe und Aussehen derselben und der sie bedeckenden Patina müssen gleichzeitig in Betracht gezogen werden. Und in diesem Sinne weisen wir auch die allzuweit gehenden Spaltungen zurück und begnügen uns mit den beiden großen Abteilungen, die sich scharf von einander trennen lassen, der paläolithischen und der neolithischen Epoche.« — Die

[1] Diese Form wäre jedenfalls den schwerfälligen Bezeichnungen „St. Acheul'sche, Le Moustier'sche Epoche" u. s. w. vorzuziehen gewesen.

erstere wird nun zunächst nach den für die Thätigkeit des Menschen zeugenden Funden, dann nach den menschlichen Knochenresten geschildert. Fast will es uns scheinen, als wäre hier trotz der guten Vor- und Grundsätze der Verf. die Mangelhaftigkeit des Materials immer noch nicht genügend betont und die Möglichkeit allgemeiner Schlüsse noch zu leicht angenommen. Mindestens die (allerdings nirgends direkt ausgesprochene, aber aus dem Zusammenhang sich ergebende) Annahme, daß die einzelnen »Typen«, welche man beim paläolithischen Menschen unterschieden hat, wirklich verschiedene »Rassen« seien[1], müssen wir für ebenso verfrüht wie unwahrscheinlich erklären. Was die S. 28 erwähnten Tierzeichnungen von Thäingen betrifft, deren Echtheit hier bloß als ziemlich wahrscheinlich hingestellt wird, sei darauf aufmerksam gemacht, daß Prof. A. Heim in Zürich in den Mitteil. d. antiquar. Ges. Zürich, XVIII, Heft 5, März 1874 ausführlich beschrieben hat, wie er das Hauptstück (grasendes Rentier) selbst aus der Fundschicht gezogen und die Zeichnung erst bei eigenhändiger Reinigung desselben in Zürich entdeckt habe, sowie daß später, als Lindenschmit die Bilder vom Fuchs und Bär als gefälscht nachgewiesen, zugleich aber auch alle andern Zeichnungen kurzweg für moderne Artefakte erklärt hatte, dieselbe Antiquarische Gesellschaft im Mai 1877 eine »Öffentliche Erklärung« erscheinen ließ, welche die Echtheit sämtlicher übrigen Stücke mit voller Sicherheit feststellte. — Bei den »Näpfchensteinen« vermissen wir wenigstens eine Andeutung der Möglichkeit, daß solche Vertiefungen doch auch unter Umständen auf natürliche Weise entstehen können.

Vortreffliche Übersichten bieten sodann namentlich die Kapitel 6 und 7: Die megalithischen Denkmale; Lager und Befestigungen; die Entdeckungen in Santorin und Troja. Das allgemeine Ergebnis derselben läuft freilich wiederum darauf hinaus, daß wir nichts Bestimmtes über Zeit, Rasse und Herkunft des Volkes oder der Völker wissen, die sie gebaut und benützt, wobei wir überdies den merkwürdigen Widerspruch konstatieren müssen, daß zwar viele jener Megalithen u. s. w. aus historischer, die meisten aber aus prähistorischer, mindestens vorrömischer Zeit stammen und dennoch keine der zahlreichen und genauen Schilderungen Galliens, Britanniens etc., von Caesar und Tacitus an bis ins vorige Jahrhundert herab, dieser wunderbaren stummen Zeugen der Vergangenheit auch nur mit einem Worte gedenkt.

Die Kapitel 8 bis 13 mit über 200 Seiten, also volle zwei Fünftel des ganzen Buches, sind Amerika gewidmet. Die spärlichen und zeitlich kaum näher zu bestimmenden Reste aus den amerikanischen Kjökkenmöddinger, Paraderos und Sambaquis, aus eiszeitlichen Geschieben und dem Pampaslehm, aus kalifornischen und brasilischen Knochenhöhlen, dann die Moundbuilders, Cliffdwellers und Pueblos Nordamerikas, besonders aber die Völker Zentral- und Südamerikas werden ausführlich und mit Berücksichtigung aller noch streitigen Fragen besprochen, und zwar sind die letzteren beiden Abschnitte, wie das Vorwort mitteilt, zum großen Teil

[1] Am Schlusse des Werkes wird dieser Ausdruck allerdings genauer definiert und eine der unserigen ziemlich entsprechende Auffassung vertreten; vgl. unten S. 150 u. 151.

auf Grund eingehenden Quellenstudiums beträchtlich erweiterte eigene Darstellungen der Herausgeber, welche in der That ein ungemein vollständiges und eigenartig fesselndes Bild von den merkwürdigen Kulturstaaten in Mexiko, Peru, der Chibcha u. s. w. gewähren. Das ist eine außerordentlich dankenswerte Zuthat, welche das vorliegende Werk vor jeder ähnlichen Bearbeitung der Vorgeschichte auszeichnet und seinen Wert bedeutend erhöht hat; selbst in dem sonst so trefflichen Buche von N. Joly (Der Mensch vor der Zeit der Metalle; Leipzig 1880) wird die gesamte neuweltliche Archäologie auf 15 Seiten abgethan! Freilich mag es schwer sein, manchen amerikanischen Ausgrabungsberichten gegenüber, namentlich aus dem Gebiete der Moundbuilders, die richtige Kritik zu üben, ohne in allzu große Skepsis zu verfallen. Im allgemeinen kommen die Verf. bezüglich der Urbewohner der östlichen und zentralen Vereinigten Staaten zu ähnlichen Ergebnissen wie Dr. Emil Schmidt (siehe seine vorzüglichen Aufsätze über »Die Moundbuilders und ihr Verhältnis zu den historischen Indianern« im Kosmos 1884 I. S. 81, 163), abgesehen von der einen allerdings sehr wichtigen Frage, ob jene eine einheitliche Rasse gebildet hätten und ob sie mit den Cliffdwellers, den Mexikanern, Peruanern etc. einerseits, den heutigen Indianern anderseits näher verwandt seien oder nicht. Wenn die Verf., ohne ein bestimmtes Urteil abgeben zu wollen, doch S. 205 es »zunächst als festgestellt annehmen, daß es eine und dieselbe Rasse war, welche diese Bauten (die Mounds u. s. w.) errichtete«, und hinzufügen: »‚They were all built by one people', sagt Conant ohne Zweifel mit unanfechtbarer Berechtigung«, was sich der Leser doch wohl mit »von einem Volke« übersetzen wird und soll, und wenn sie es anderseits noch für sehr zweifelhaft halten, ob man dieselben als die Vorfahren der jetzigen Indianer betrachten dürfe, so rührt dies offenbar davon her, daß sie die Berichte über den Kulturzustand der letzteren vor der verderblichen Berührung mit den Weißen, ihre eigenen sagenhaften Überlieferungen sowie die typischen Unterschiede zwischen den prähistorischen Bauwerken des Nordens und Südens nicht genügend gewürdigt haben. Im 13. Kapitel, welches die physische Beschaffenheit der alten Rassen Amerikas im Zusammenhang behandelt, wird dann freilich darauf aufmerksam gemacht, daß die ältesten Reste fast aus allen Teilen Amerikas in manchen Eigentümlichkeiten merkwürdig übereinstimmen, so in der geringen Schädelkapazität, der vorwiegenden Brachykephalie, den vorspringenden Augenbrauenbogen, der fliehenden Stirn, der Platyknemie, der häufigen Durchbohrung des Oberarms oberhalb des Ellbogengelenks, und daß dieselben Merkmale sich nachher fast überall ebenso in eigentümlicher Weise verlieren, woraus (S. 344) »nach unserem Dafürhalten nur hervorzugehen scheint, daß die anatomischen Charaktere im Laufe der Generationen einer ziemlich schnellen und ziemlich vollständigen Wandlung unterworfen sind und daß infolgedessen ihnen auch nur ein beschränkter Wert zur Charakterisierung von Rassen und zur Feststellung genetischer Beziehungen innewohnt« — eine Anschauung, die hoffentlich auch bei unsern Kraniologen recht bald Eingang finden wird, die wir aber ebenso schon bei der Beurteilung der Moundbuilderfrage gern angewendet gesehen hätten. — Als letztes Ergebnis dieser

Betrachtungen sei noch (S. 350) die »mit unwiderlegbarer Gewißheit sich ergebende Thatsache« hervorgehoben, »daß der Mensch auf dem amerikanischen Kontinent zum mindesten ebenso alt ist wie auf unserm Erdteil«, sowie »daß die Entwickelung aus den Urzuständen heraus in der neuen Welt wesentlich in gleicher Weise vor sich gegangen ist wie in der alten«. Nur wenige dunkle Spuren weisen auf einen wohl auch nur gelegentlichen Zusammenhang namentlich mit den Völkern und Stämmen der jenseitigen Küste des pacifischen Ozeans hin.

Die letzten fünf Kapitel (Die Quaternärzeit. — Kulturgeschichtliches. — Die Rassen der Urzeit. — Prüfung der verschiedenen Beweise für das Alter des Menschengeschlechts. — Der tertiäre Mensch) nehmen den Faden der allgemeinen Darstellung mit der Frage wieder auf, wie, unter welchen Verhältnissen der Flora und Fauna, des Klimas, der geographischen Gestaltung Europas u. s. w., der Mensch der unpolierten Steingeräte gelebt hat. Mit großer Sorgfalt und Unparteilichkeit sind alle irgend bemerkenswerten Zeugnisse über diesen weitschichtigen Gegenstand zusammengestellt und gegeneinander abgewogen, wobei die Herausgeber mit Recht die im Original, wie es scheint, nicht berücksichtigte Richthofen'sche Lößtheorie und ihre Konsequenzen ein gewichtiges Wort mitsprechen lassen. Hier hätten wohl auch die wertvollen Untersuchungen A. Nehring's, die so wesentlich zur Kenntnis des Steppenklimas und der Steppenfauna gegen Ende der Diluvialzeit beigetragen haben, erwähnt zu werden verdient. Bei der Zurückweisung der Ansicht (S. 376), daß das Wegfallen des Föhnwindes infolge Unterwassersetzung der Sahara die Ursache der Glazialzeit gewesen sein könne (Escher von der Linth), bleibt der entscheidenste Gegengrund unausgesprochen, der nämlich, daß der Föhn, wie Hann schon vor langer Zeit nachgewiesen hat, seine Wärme und Trockenheit gar nicht der Sahara verdankt, überhaupt nicht einmal von dort herkommt. — Das im 15. Kapitel entworfene Kulturbild berührt wieder ungemein wohlthuend durch das Fernbleiben aller tendenziösen Spekulation; stets waltet das lebendige Bewußtsein von der Notwendigkeit vor, sich zu beschränken, die Unzulänglichkeit der bisherigen Forschungen einzugestehen, abschließende Urteile der Zukunft zu überlassen. Die viel ventilierte Frage bezüglich der Anthropophagie in der europäischen Steinzeit wird (S. 397) dahin beantwortet, daß zwar Anzeichen von Kannibalismus nicht gerade selten sind, daß er aber doch nicht eine allgemeine Sitte war, ganz übereinstimmend mit dem, was uns heutzutage und aus historischer Zeit über die Verbreitung dieses Lasters bekannt ist. Ähnlich maßvoll ist das Urteil über die Trepanation, welche Broca ganz auf religiöse Motive hatte zurückführen wollen.

Aus dem Abschnitt über die Rassen der Urzeit sei vor allem wieder der allgemeine Schluß hervorgehoben, den die Verf. aus dem klar dargelegten Material ableiten.

„Die wahre Lösung", heißt es S. 446, „für die Verschiedenheit der Typen, die man oft in demselben Grabe nebeneinander findet, im Tode einander gesellt, wie sie es ohne Zweifel im Leben waren", scheinen die Worte Broca's zu enthalten, wo er betont, daß, wenn man die Menschen von Cannstatt, Cro-Magnon, Furfooz und Solutré und die ihnen jeweils entsprechenden Reste von anderen Orten als Rassen unterscheiden will, diesem Worte dann jedenfalls nur eine rein mor-

phologische Bedeutung beigelegt und nicht etwa die Idee gemeinsamer Abstammung damit verbunden werden dürfe. „Was die Anthropologen Rasse nennen, wollen wir Typus nennen, und wir glauben, daß die charakteristischen Züge eines Typus vorherrschen nach Maßgabe von Umständen, die es uns heute unmöglich ist zu erkennen, vermutlich lange Zeit hindurch vorherrschen, und daß sie sich verändern nach Maßgabe anderer abweichender Verhältnisse. Mit anderen Worten, der ursprüngliche Typus eines Volkes unterliegt mehr oder minder ausgedehnten, gänzlichen oder teilweisen Veränderungen infolge der Einwirkung des Klimas, der Ernährung, der Lebensweise, der natürlichen Zuchtwahl, noch mehr durch die vielfachen Kreuzungen, die Vermischung mit fremden Völkern oder Stämmen, die sich allmählich über sämtliche Teile des Erdballs verbreitet haben. Von Zeit zu Zeit erscheint, durch Atavismus oder Vererbung, unter der Bevölkerung der ursprüngliche Typus wieder. Aber unverändert geht er nur da von Vater auf Sohn und Enkel über, wo das Leben der Völker unter stets gleichen Bedingungen sich weiterspinnt, ein Verhältnis, das für eine lange Reihe von Generationen kaum jemals statt hat“ . . . . . (S. 448) „Wir sind außerdem der Ansicht, daß man die Bedeutung, welche ein Unterschied in gewissen Merkmalen, namentlich der Unterschied im Schädelindex haben kann, in einer Weise übertreibt, die uns nicht recht verständlich ist, und daß es überhaupt schwer ist, angesichts der in den meisten Fällen gänzlich unerklärbaren Variationen, welche wir bei nahe verwandten Rassen und selbst bei derselben Rasse konstatieren, zu festen Ergebnissen, zu einer wirklich gegründeten Theorie zu gelangen.“ Und später, nachdem namentlich das beständige Nebeneinandervorkommen von Brachy- und Dolichokephalen nachgewiesen worden: (S. 453) „Der Gesamtheit dieser Thatsachen gegenüber ist es unmöglich, die Ursache für dieses Gemenge von Typen und Rassen in etwa stattgehabten Einwanderungen zu suchen. Dies Gemenge von Typen und Rassen bestand in Europa seit den ältesten Zeiten. Es bestand unbestreitbar während der langen Periode des geschliffenen Steins; es bestand aber schon zur Rentierzeit“ u. s. w.

Wir hielten es nicht für überflüssig, die in diesen trefflichen Sätzen ausgesprochene gesunde Anschauung hier ausführlich zu Worte kommen zu lassen. Widerstreitet sie auch der Ansicht mancher Autoritäten und zerstört sie auch unbarmherzig ein gar bequemes, ohne viel Nachdenken zu handhabendes System, das noch dazu so flott alle möglichen Wanderstraßen vorhistorischer Völker zu entwerfen gestattete (man denke nur z. B. an diejenigen des mythischen Dolmenvolkes) — sie wird doch bereits von so zahlreichen Beweisen gestützt, daß eine vorurteilslose Prüfung sie nicht länger von der Hand weisen kann. Oder scheut man etwa nur vor der Konsequenz zurück, daß mithin allerdings das Auftreten des Menschen in Europa und vollends die Entstehung des Menschengeschlechts noch viel weiter zurückverlegt werden muß, als man bisher meistens annahm? — Diese Frage vom Alter des Menschengeschlechts wird sich jedenfalls nicht auf Grund der in Europa gefundenen Spuren desselben lösen lassen, insofern ja alles dafür spricht, daß seine Urheimat anderswo zu suchen ist. Daß dieser Punkt nicht erwähnt wurde, ist der einzige Vorwurf, den wir dem 17. Kapitel machen könnten, das alle jene immer wiederkehrenden Versuche, ein bestimmtes Zeitmaß für die Vorgeschichte zu finden, nacheinander auf die Sicherheit ihrer Grundlage prüft und unwiderleglich zeigt, daß die Ergebnisse solcher Berechnungen stets höchst unzuverlässig und schwankend sein müssen, weil eben überall die wechselnden Bedingungen der Vergangenheit nicht oder nur ganz unvollkommen berücksichtigt werden können. — Das 18. Kapitel endlich gibt zunächst, hauptsächlich nach Saporta, »Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen«, eine Übersicht der geographi-

schen, klimatischen und Vegetationsverhältnisse Europas vom Eocän bis zur Quaternärzeit, um nun, nachdem die Möglichkeit der Existenz tertiärer Menschen dargethan ist, die faktischen Beweise für ihr Dasein zu prüfen. Aber auch hier lautet das Urteil: non liquet! So wahrscheinlich es ist, daß mindestens schon im mittleren Tertiär der Mensch in seiner jetzigen Gestalt auf der Erde lebte: — völlig unzweideutige Thatsachen, die sich dafür verwerten ließen, kennen wir bis heutzutage noch nicht. Wenn es dann freilich am Schlusse heißt (S. 523): »Wie sich aus dem ganzen Verfolge unserer Anführungen ergibt, sprechen die bisher bekannten Thatsachen im ganzen sehr wenig zu gunsten der von der Entwickelungstheorie geforderten Abstammung des Menschen von einem andern, abweichend, niedriger organisierten Wesen«; . . . . »wir entdecken an sämtlichen in den letzten Jahren gefundenen Skeletten weder eine abnorme Bildung noch ein Entwickelungshemmnis, welche als Anzeichen einer niedriger stehenden Rasse gedeutet werden könnten« — so können wir abermals nicht umhin, unser Bedauern auszusprechen, daß die Verf. sich nicht zu entschließen vermochten, hinzuzufügen: »was freilich, wie die lange und lehrreiche Geschichte der sogenannten negativen Beweise in der Paläontologie zur Genüge beweist, keine andere Bedeutung haben kann, als daß wir eben an andern Orten und vor allem in anderen, tiefer liegenden Schichten nach den fehlenden Zwischengliedern zu suchen haben.«

Endlich erlauben wir uns noch zwei Wünsche zur Berücksichtigung bei einer hoffentlich bald erscheinenden zweiten Auflage zu empfehlen. Das Register nimmt bloß $2^1/_2$ Seiten ein, dürfte aber, besonders mit Rücksicht auf den Charakter des Werkes als Handbuch der Vorgeschichte, mindestens 3 bis 4mal ausführlicher sein. Aus demselben Grunde bedauern wir, daß nicht noch viel mehr Bilder den reichen Text veranschaulichen — ein Mangel, dem sich um so leichter wird abhelfen lassen, als die beiden eingangs erwähnten Originalwerke von DE NADAILLAC zusammen 951 Figuren enthalten, deren Clichés gewiß ohne große Kosten für die deutsche Ausgabe verwendet werden könnten. Namentlich der sonst so vortreffliche Abschnitt über die amerikanische Vorgeschichte, auf den nur 22 Abbildungen kommen, würde durch eine solche Ergänzung sehr gewinnen. Im 2. und 3. Kapitel sollte wenigstens auf die zugehörigen Figuren, die erst dem 16. Kapitel eingefügt sind, verwiesen sein.

Doch diese wie alle früheren Ausstellungen betreffen nur Nebensächliches, und wir wollen von dem schönen Buche nicht Abschied nehmen, ohne noch einmal den Verff. die vollste Befriedigung und aufrichtigen Dank für diese wertvolle Bereicherung unserer Litteratur ausgesprochen zu haben. B. VETTER.

Dr. GEORG VOLKENS, Zur Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Eine vorläufige Skizze. (Sitzungsberichte der königl. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin vom 28. Januar 1886, S. 1—20.)

Dr. VOLKENS, der behufs Ausführung botanischer Studien im Auftrage der Akademie der Wissenschaften die ägyptisch-arabische Wüste

bereist hat, greift in der vorliegenden Abhandlung einzelnes aus seinen gewonnenen Resultaten heraus, wohl geeignet, einen weiteren Kreis zu interessieren.

Der Charakter der in Rede stehenden Wüste ist nicht, wie wir uns gewöhnlich vorstellen, der eines endlosen Sandmeeres, vielmehr zeigt sie sich uns als ein chaotisches Gewirr von Bergen und Felsmassen, von tiefeingeschnittenen Schluchten und Thälern, die, wenn sie eine größere Ausdehnung besitzen, von einem höheren Gipfel aus gesehen, auf ihrer Sohle die Vegetation der Wüste als grüne Säume erkennen lassen.

Der Wechsel der Jahreszeiten zeigt im ganzen in Beziehung zur Vegetation nur einen Gegensatz zwischen der Regenzeit, die zumeist in den Februar und März fällt, und der ganzen übrigen trockenen Periode des Jahres. Eine Besonderheit der Wüstenflora, welche in direkter Beziehung zum Klima steht, zeigt sich darin, daß die einzelnen Arten sich nicht in so bestimmter Weise wie die unserigen in ein-, zwei- und mehrjährige gliedern lassen, da manche Arten in der Mehrzahl der Fälle zwar nach der Blüten- und Fruchtreife völlig absterben, jedoch, wenn ihre Wurzeln tief genug in den Boden gedrungen sind, unterirdisch dadurch überdauern, daß sie kurze und zunächst unentwickelt verbleibende Sprößchen treiben, welche die ganze trockene Zeit hindurch ruhen und erst bei Befeuchtung des Bodens schnell hervorwachsen.

Besondere Eigentümlichkeiten im Bau werden bei den ephemeren Wüstenpflanzen vermißt, deren Dauer auf die Regenzeit beschränkt ist; ebenso verhalten sich die Zwiebelgewächse. Jedoch besitzen die anderen Gewächse besondere Mittel, um des für das Leben so notwendigen Wassers, namentlich durch Absorption des Bodenwassers seitens der Wurzeln habhaft zu werden. Sie thun dies, indem sie ungemein lange, senkrecht in den Boden bis zum Grundwasser hinabsteigende Wurzeln entwickeln, die um das 20fache an Länge die oberirdischen Teile übertreffen können. Fand man doch bei Gelegenheit der Ausgrabung des Suezkanals auf dessen Sohle Wurzeln, die zu hoch oben auf seitwärts gelegenen Höhen wachsenden Bäumen gehörten. Manche Erodien besitzen Wurzelknollen, die gegen Verdunstung durch einen starken, vielschichtigen Korkmantel geschützt sind und Speicherorgane für Wasser darstellen.

Was die Absorption von Luftfeuchtigkeit und Tau seitens oberirdischer Organe anbetrifft, so kann diese durch einen hygroskopischen Salzkörper, der von Blattdrüsen ausgeschieden wird, bewirkt werden, so daß z. B. *Reaumuria hirtella* sich durch eine während und unmittelbar nach der Regenzeit erfolgende Ausscheidung eines solchen Salzes die Möglichkeit schafft, in der folgenden langen Periode der Dürre die in der Atmosphäre dampfförmig vorhandene Feuchtigkeit tropfbar flüssig niederzuschlagen und mit Hilfe der oberirdischen Organe für ihr Fortbestehen zu verwerten. Eine andere Gruppe von Arten nimmt den Tau direkt durch die oberirdischen Organe in das Innere auf, indem z. B. Haare die Tautropfen auffangen und nach Stellen der Oberhaut

führen, die für Wasser besonders durchlässig sind. Ebenso funktionieren zarte fadenförmige Wurzeln, die nach jedem stärkeren Taufall, nach dem geringsten Regenschauer zahlreich in kürzester Zeit an die Oberfläche kommen, um die geringe Feuchtigkeitsmenge aufzunehmen, und schnell wieder verschwinden.

Ein Schutzmittel gegen übermäßige Transpiration wird sehr oft durch verhältnismäßige Reduzierung der Verdunstungsfläche geboten. Wachsbedeckungen, stark cuticularisierte Außenwandungen dienen dem gleichen Zweck. Bei zahlreichen Arten sind die Epidermis-Lumina mit Celluloseschleim erfüllt, der einmal aufgenommenes Wasser mit großer Kraft festzuhalten vermag. Auch Gerbstoffinhalt hat wohl dieselbe Bedeutung. Zuweilen zeigen sich die oberirdischen Organe von einem dichten Haarfilz bekleidet, der wohl geeignet ist, die Verdunstung herabzudrücken; außerdem hält ein Filz am besten von allen Apparaten, ohne hygroskopisch zu sein, geringe Mengen auftropfenden Wassers fest. Häufig scheiden gewisse Drüsen unter dem Filz ätherische Öle aus, und dies bietet insofern einen Vorteil, als eine mit den Dünsten eines solchen Öles geschwängerte Luftschicht die strahlende Wärme weit weniger durchläßt als reine Luft. Der Spaltöffnungsapparat liegt immer besonders geschützt, und das Gewirr feiner mäandrischer Intercellularen bei Gramineen befreit die aus dem Innern kommenden Gase möglichst von dem Wasserdampf.

Die ohnehin als Speicherorgan für Wasser bei den Pflanzen überhaupt aufzufassende Epidermis ist dieser Funktion bei den Wüstenpflanzen besonders angepaßt. Nicht selten finden sich im Innern der Organe besondere Wasserspeicher-Gewebe. Dr. H. Potonié (Berlin).

Prof. Dr. H. Schwarz, Stoff und Kraft in der menschlichen Arbeit oder die Fundamente der Produktion. 800 S. gr. 8°. Wien, Hartleben, 1885.

Das vorliegende Werk bildet in gewissem Sinn eine Fortsetzung zu Rapp's »Philosophie der Technik«. Verfasser, der Professor der chemischen Technologie an der technischen Hochschule zu Graz ist, verfolgt mit philosophischen Augen die Umgestaltungen, welche den Stoffen der Natur durch die Kraft des Menschen werden, bis sie jene Formen erlangen, in welchen sie unseren Bedürfnissen unmittelbar dienstbar zu sein geeignet sind. Der Behandlung der vorhandenen unorganischen wie organischen Rohstoffe folgt die Betrachtung der Arten ihrer Besitznahme und Konzentrierung sowie der Trennung von Wertvollem und Wertlosem. Dies alles repräsentiert für den Verfasser eine analytische Thätigkeit, der eine synthetische gegenübersteht, bei welcher die Stoffe zu bestimmten Zwecken wieder gemischt und verbunden werden, um (durch Guß-, Druck-, Trennungs- und Verbindungsthätigkeiten) in die notwendige, d. i. nützliche und sodann (durch die äußere Formgebung der Ornamentierung) in die schöne Form gebracht zu werden.

Obwohl an dem Buch natürlich der Techniker das Hauptinteresse hat, wird insbesondere das Schlußkapitel »über Arbeiterverhältnisse und technische Bildung« jedermann gern lesen. Man wird das Votum des erfahrenen Verfassers über eine Reihe aktueller praktischer Fragen, wie jene der Krankenkassen und des Versorgungswesens, der Sonntagsruhe, der Lehrlingsbildung, der Fortbildungs- und Gewerbeschulen, des »Gymnasium oder Realschule?«, des Einflusses des Militärdienstes u. s. f. gern vernehmen. Und so wird das Werk auch dem Nationalökonomen etwas bieten, an dessen Gebiet es, als eine Lehre von der technischen Produktion, zum Teile streift; indem ja die Bedürfnisse der Menschen die subjektive und der Umstand, daß der Vorrat an Bedürfnisbefriedigungsmitteln den Bedarf, das Maß der Bedürfnisse nicht deckt, die objektive Grundlage aller wirtschaftlichen Erscheinungen bilden. Schwiedland.

A. G. Bourne, On the supposed communication of the vascular system with the exterior in *Pleurobranchus*. Quart. Journ. Microsc. Sc. vol. 25. p. 429.

In der lebhaften Diskussion, welche in den letzten Jahren über die Frage nach der Wasseraufnahme der Mollusken geführt worden ist, hat die Angabe Lacaze-Duthiers', daß bei *Pleurobranchus* ein Kanal vorhanden sei, durch welchen das Blutgefäßsystem und zwar die Kiemenvene sich direkt nach außen öffne, eine bedeutende Rolle gespielt. Von den Verteidigern der Wasseraufnahme ist sie als eine der wertvollsten Stützen ihrer Ansicht, von den Gegnern als ein unbequemer und unerklärlicher Widerspruch mit den übrigen Befunden hingestellt. Daß die Thatsache der Existenz dieses Kanales feststehe, fiel kaum Einem zu bezweifeln ein. Die Angaben des berühmten französischen Zoologen lauteten so bestimmt (Ann. Sc. Nat. (4) Zool., t. 11. p. 250—256) und seine Abbildungen (ibid. pl. 9. fig. 1 u. 2) waren so deutlich, daß gar kein Zweifel möglich schien, zumal nachdem im Jahre 1879 — was allerdings den meisten entgangen zu sein scheint — H. von Ihering (»Einiges Neue über Mollusken« im Zoolog. Anzeiger, Jahrg. 2, Nr. 23, p. 136—138) eine ganz ähnliche Angabe für *Pleurobranchaea* gemacht hat: »Hier findet sich vor der Kieme die äußere Öffnung eines Ganges, durch welchen von außen Wasser direkt in den Vorhof des Herzens gelangen kann.« Und doch hat sich Lacaze-Duthiers geirrt, und seinem Nachfolger dürfte es kaum anders ergangen sein! Das zeigt der kurze, aber bedeutsame in der Überschrift citierte Aufsatz von Bourne. Die beschriebene äußere Öffnung ist vorhanden und führt in einen Kanal, dieser aber mündet nicht in die ihm eng anliegende Kiemenvene, sondern ist mit zahlreichen blinden Ausstülpungen besetzt. Eine innere Öffnung ist sicher nicht vorhanden. Das ihn auskleidende Wimperepithel zeigt an vielen Stellen deutlich drüsige Beschaffenheit. Es kann danach nicht zweifelhaft sein, daß wir es hier mit einer verästelten Drüse zu thun haben, und mir

scheint, daß auch die Annahme des Verf., diese Drüse entspreche der sog. »Giftdrüse« (»glande opaline« bei Vayssière, »Recherches zoologiques et anatomiques sur les Mollusques Opistobranches du Golfe de Marseille. I. Tectibranches«. 1885. p. 53) der Aplysien, sehr viel Wahrscheinlichkeit hat. Dagegen läßt sich über den Wert der Vermutung, diese Drüse möchte ein Rudiment der zweiten Niere darstellen, ein begründetes Urteil gegenwärtig nicht bilden. Dr. J. W. Spengel (Bremen).

Bibliographie.

Bücher und Separatabdrücke.

(29) **Ferd. Kerz**, Großh. hess. Oberst a. D.: Erinnerungen an Sätze aus der Physik und der Mechanik des Himmels. Leipzig, Veit & Co. 1884. XVI, 384 S. kl. 4°. Mit 5 Dopp.-Tafeln.

Das Buch beschäftigt sich zunächst mit den sog. physikalischen Eigenschaften der Körper und erörtert dann die mit dem Prinzip von der Erhaltung der Kraft in Zusammenhang stehenden Sätze über geradlinige Bewegung, die Theorie der Wärme, des Stoßes, der Kreisbewegung, um endlich auf die Besprechung der Laplace'schen Theorie (wie Verf. zeigt, haben Kant's Ideen über die Entstehung des Sonnensystems eigentlich sehr wenig mit derselben gemein) und der Astronomie des Sonnensystems zu kommen. Um die jetzigen Verhältnisse des letzteren zu erklären, denkt sich Verf. die sämtlichen planetarischen Massen, die er rund 500mal größer als die der Erde allein, also 646mal kleiner als die der Sonne setzt, zu einem Klumpen an der äußeren Grenze der Attraktionssphäre der Sonne vereinigt. Er berechnet die beim Zusammenstürzen beider entstehenden Geschwindigkeiten und Temperaturerhöhungen: letztere würde für die Sonne nur 53°, für den Planetenklumpen dagegen 22 270 000° C. betragen. Seine Masse würde sich also in elastisch-flüssigem Zustande mit einer Geschwindigkeit von 304 km oder ca. 41 geograph. Meilen von der Sonne fortzubewegen streben, ihr Gaszustand und die Anziehung der Sonne bewirken aber, dass sie sich als Atmosphäre von immenser Ausdehnung und Dünne von West nach Ost um letztere aufwickelt. Ihre Gestalt muß die eines dreiachsigen Ellipsoids sein, „in welchem also auch die Elemente der Äquatorebene sich nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen bewegen, so zwar, daß die Rotationsachse sich nicht im Mittelpunkt, sondern in einem der Brennpunkte befindet. Die Exzentrizitäten der Bahnen dieser Elemente mußten nach außen hin immer kleiner werden. Ein etwaiger Gleichgewichtszustand konnte nicht lange von Bestand sein, weil, wenn auch in der Äquatorebene Zentripetal- und Zentrifugalkraft im Gleichgewicht waren, doch die Pole des Ellipsoides, an denen die Zentripetalkraft allein wirkte, nach der Sonne hin sich senken, also das Ellipsoid dadurch sich abplatten und das zur Erhaltung des Gleichgewichts nötige Achsenverhältnis verloren gehen mußte.“ Es kommt zur Ablösung von Ringschalen, die sich verdichten und der Sonne in Spirallinien sich nähern, bis ein Gleichgewicht zwischen tangentialer und zentraler Bewegung erreicht ist. Dabei gelangen die äußeren verdichteten Elemente zur Reibung an inneren, wodurch für jene eine Rotation im Sinne ihrer Bahnbewegung von West nach Ost eingeleitet wird. Korrespondierende Elemente der oberen und unteren Schalenhälften stoßen in der Äquatorebene schief zusammen und vereinigen sich, solange sie noch in weichem Zustand sind. Aber auch gegenläufige Körper und solche von beliebig verschiedener Größe mußten auf solche Weise leicht entstehen. Die ursprünglichen Elemente in der Äquatorebene selbst erleiden jedoch keine solche Verdichtung, sondern gruppieren sich erst nachträglich

als Nebelatmosphären um die dort entstandenen Planeten, durch ihre eigene Rotation auf die Regulierung der Rotation der letzteren einwirkend. Da diese aber das Resultat so vieler Zusammenstöße und so vieler Zufälligkeiten ist, so muß auch die Richtung der Drehungsachse selbst eine ganz zufällige sein. — Auf ähnlichem Wege mußten dann die Monde sich bilden; auch die abweichenden Eigentümlichkeiten unseres Mondes finden leicht ihre Erklärung. Durch Zusammenstoß und Abprallen zweier schon im festen Zustand befindlicher Körper entsteht ein Komet; die Sternschnuppen sind Rückstände verfehlter Planeten- bezw. Mondbildungen. — Wir enthalten uns jeder Kritik dieses mit großem Aufwand von rechnerischer Arbeit geschriebenen Werkes, dessen wesentlichste Resultate hier kurz zusammengefaßt sind, und übergehen vollständig das letzte Kapitel: Die Erde und der Mond, wegen seiner allzuwenig begründeten Ergebnisse.

(30) **Hermann Cohen**, Prof. a. d. Univ. Marburg: Kant's Theorie der Erfahrung. Zweite neubearbeitete Aufl. Berlin, F. Dümmler's Verlag (Harrwitz & Goßmann). 1885. XXIV, 616 S. 8°.

(31) **Theodor Weber**: Emil Du Bois-Reymond. Eine Kritik seiner Weltansicht. Gotha, Friedr. A. Perthes. 1885. X, 266 S. 8°. (*M.* 5.—.)

(32) **L. Dressel, S. J.**: Der belebte und der unbelebte Stoff nach den neuesten Forschungs-Ergebnissen. Freiburg i. B., Herder'sche Verlagshandlung. 1883. VIII, 204 S. 8°. (Ergänzungshefte zu den „Stimmen aus Maria-Laach", Heft 22.)

Wir werden dieser Schrift, welche die „Lebenskraft" in neuer mystischer Form wieder auf den Thron zu setzen sucht, demnächst in Zusammenhang mit anderen verwandten Erscheinungen der Neuzeit eine eingehendere Besprechung widmen.

(33) Dr. **Paul Rée**: Die Entstehung des Gewissens. Berlin, Carl Duncker's Verlag (C. Heymons). 1885. V, 253 S. 8°.

Die treffliche Schrift charakterisiert sich selbst am besten durch das knappe Vorwort: „Die Elemente, aus denen das Gewissen sich bildet, sind: 1) die Strafe, 2) die Strafsanktion durch die Gottheit, 3) moralische Gebote und Verbote. Die Entstehung dieser Elemente haben wir in der Geschichte, die Entstehung des Gewissens selbst im einzelnen Menschen aufzusuchen. Demgemäß besteht unsere Schrift . . . . aus einem historischen und einem psychologischen Teil." — Nächstens mehr darüber, sowie über:

(34) Derselbe: Die Illusion der Willensfreiheit. Ihre Ursachen und ihre Folgen. Ebenda. 1885. 54 S. 8°.

(35) **Gotthold Landenberger**: Die Zunahme der Wärme mit der Tiefe ist eine Wirkung der Schwerkraft. Stuttgart, J. G. Cotta'sche Buchhandlung. 1883. 28 S. 8°.

Die im Titel ausgesprochene These sucht Verf. nicht bloß für den Erdkörper, sondern auch und ganz besonders für die Atmosphäre und ebenso auch für die Meere u. s. w. nachzuweisen. Er stützt sich dabei auf die kinetische Gastheorie und meint, weil die gegen die Erde gerichteten Bewegungen der Luftmoleküle durch die Schwerkraft eine Beschleunigung erführen, so müsse auch ihre Temperatur proportional der Tiefe, die sie erreichen, höher werden. Die Bewegung eines Moleküls senkrecht nach oben werde, falls es mit keinem anderen zusammenstößt, allmählich abnehmen bis zur oberen Grenze der Atmosphäre, wo wieder die umgekehrte Bewegung eintrete, wo also der Gasdruck gleich 0 und die Temperatur —273° sei. Die Endgeschwindigkeit der von da bis zur Erdoberfläche gefallenen Moleküle berechnet Verf. (nachdem Clausius für die Moleküle der Luft 485 m gefunden hatte) nach eigener Methode zu 970 m, was einer Höhe der Atmosphäre von 48 km entsprechen soll. Ohne nähere Begründung wird dann der Satz: „Die in einem Körper durch die Schwerkraft erzeugte Temperaturdifferenz ist bei gleicher Höhe proportional dem Gewichte seiner einzelnen Moleküle" (S. 17) vom Verf. auf die Erde selbst angewendet: der Fuß eines Berges ist nach ihm stets wärmer als sein Gipfel, in den größten Meerestiefen läßt er, alle neueren Temperaturmessungen kühn ignorierend, das Wasser sich erwärmen und zu den Gipfeln untermeerischer Berge emporsteigen, wo es wieder erkältet und zum Niedersinken gebracht werde. Für die Mitte der Erde findet er eine Temperatur von 63 600°. Über der Luftatmosphäre von 48 km Höhe konstatiert er noch eine 720 km hohe Wasserstoff-

atmosphäre, welche schließlich auch schuld daran sein soll, daß die Wolken schweben: denn „jedes der kleinen Wasserbläschen [die also auch in diesem Kopfe noch spuken] ist als ein kleiner, Wasserstoffgas enthaltender Ballon zu betrachten“ u. s. w. — Wir glauben, Verf. hätte kaum nötig gehabt, in der Einleitung mitzuteilen, daß er kein Naturforscher von Beruf sei.

(36) Prof. **W. Ritter**: Flut und Ebbe, ein Vortrag. Basel, B. Schwabe. 1884. (Öffentliche Vorträge, gehalten in der Schweiz. VIII. Bd. Heft 6.) 27 S. 8°. (*M.* 0,80.)

Die Geschichte unseres Wissens von den Ursachen dieser Erscheinung, ihre Eigentümlichkeiten, die Entstehung der Zenith- und Nadirflut, der Spring- und Nippfluten und so manche andere Modifikationen des einfachen theoretisch festgestellten Bildes, namentlich die Einflüsse der Küstenformen, die Rückstoßwellen u. s. w. werden hier sehr anschaulich geschildert und verständlich erläutert. Den effektvollen Schluß bildet Rob. Stephenson's Erzählung von der großartigen Benutzung der Flut beim Bau der Britanniabrücke. Wir vermissen ungern einen Hinweis darauf, daß die westwärts fortschreitende Flutwelle eine verzögernde Wirkung auf die Rotation der Erde ausüben muß, worauf unseres Wissens Helmholtz zuerst aufmerksam gemacht hat.

(37) **Julius Victor Carus**: Prodromus Faunae Mediterraneae sive Descriptio Animalium maris mediterranei incolarum, quam comparata silva rerum quatenus innotuit adiectis locis et nominibus vulgaribus eorumque auctoribus in commodum Zoologorum congessit. Pars II. Arthropoda. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagshdlg. (E. Koch). 1885. 243 S. gr. 8°.

Bezüglich des Planes und der Ziele dieses hochverdienstlichen Werkes verweisen wir auf das, was bei Besprechung des ersten Teiles desselben (Kosmos 1885, I. Bd. S. 475) gesagt wurde. Die Einteilung des Ganzen erscheint jetzt insofern etwas verändert und offenbar erweitert, als der vorliegende, doch auch wieder ganz ansehnliche II. Teil bloß den Arthropoden, d. h. neben den wenigen Pantopoden ausschließlich den Krustaceen gewidmet ist und mit dem I. zusammen einen 1. Band bildet, dem also nun ein wohl etwas schwächerer 2. Band folgen wird. Daß die bewährte Sachkenntnis, Sorgfalt und peinliche Genauigkeit des Verf. auch diesen Teil durchweg auszeichnet, lehrt die nähere Prüfung jeder beliebigen Stelle.

(38) Dr. **Fritz Elzner**: Die Praxis des Nahrungsmittel-Chemikers. Anleitung zur Untersuchung von Nahrungsmitteln und Gebrauchsgegenständen sowie für hygieinische Zwecke. Für Apotheker, Chemiker und Gesundheitsbeamte. Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 108 Holzschn. Hamburg und Leipzig, Leop. Voß. 1885. VIII, 360 S. 8°. (In 4 Lieferungen zu *M.* 1,25.)

Der neuen, im öffentlichen und geschäftlichen Leben bereits eine wichtige Rolle spielenden Gattung von Chemikern, die man passend als Nahrungsmittel-Chemiker bezeichnet, will dies Buch ein praktischer Führer sein; und diese 4 Jahre nach dem ersten Erscheinen des Werkes nötig gewordene 3. Auflage beweist hinlänglich, daß es dem allseitig empfundenen Bedürfnis trefflich abzuhelfen wußte. Der Verf. steht selbst mitten in der Praxis und sieht sehr richtig voraus, „daß der Staat, welcher bis jetzt nur die Qualifikation zur Ausführung forensischer Untersuchungen vom Apotheker gefordert hat, gar bald seine Ansprüche erweitern und auf das Gebiet der Hygieine, der Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände erstrecken werde“. Daraus ergeben sich von selbst die Gesichtspunkte, welche ihn bei der Behandlung seines Gegenstandes leiteten. Es sind z. B. jeweils die bezüglich einzelner Gegenstände erlassenen Reichs- oder die wichtigsten Landesgesetze abgedruckt; ein besonderer Abschnitt ist der Kost in öffentlichen Anstalten und der Berechnung des Nährgeldwertes derselben gewidmet; den II. Teil: Hygieinische Untersuchungen, eröffnet ein für diese 3. Auflage ganz neu bearbeitetes Kapitel: Bakteriologisches, das wenigstens für die Zwecke dieses Buches vollkommen genügt; und Einleitung und Anhang beschäftigen sich ausführlich mit den allgemeinen Aufgaben des Nahrungsmittelchemikers, mit seiner Stellung zum Publikum und zu den Behörden, mit der Einrichtung seines Laboratoriums, mit der Tax- und Honorarfrage u. s. w. Endlich ist auch des Sachregisters lobend zu gedenken. Der Vermeidung von Druckfehlern ist nicht durchgängig genügende Rücksicht geschenkt worden.

(39) Dr. **Hugo Spitzer**, Doz. d. Philos. an der Grazer Universität: Beiträge zur Deszendenztheorie und zur Methodologie der Naturwissenschaft. Leipzig, F. A. Brockhaus. 1886. XV, 539 S. 8°.

(40) **Arthur Vianna de Lima**, Docteur ès Sciences: Exposé sommaire des théories transformistes de Lamarck, Darwin et Haeckel. Paris, Ch. Delagrave. 1886. VIII, 523 S. 12°.

(41) **Johannes Beglinger**: Das Weltgesetz oder neue Theorie der allgemeinen Schwere. Zürich, Meyer & Zeller. 1885. 494 S. 8°. (*M.* 6,50.)

(42) **W. Preyer**, Prof. d. Physiologie, Jena: Die Erklärung des Gedankenlesens, nebst Beschreibung eines neuen Verfahrens zum Nachweise unwillkürlicher Bewegungen. Mit 26 Original-Holzschnitten. Leipzig, Th. Grieben's Verlag (L. Fernau). 1886. V, 70 S. 8°.

(43) Derselbe: Über Muskelruhe und Gedankenlesen. (S.-A. aus: Sitzungsber. d. Jen. Ges. f. Med. u. Naturwiss. Jahrg. 1885.) 19 S. 8°.

Notizen.

Die Zahl unserer Vorfahren ist, wie die Rechnung zeigt, viel größer, als man auf den ersten Blick annehmen möchte. Wenn durchschnittlich 3 Generationen auf 1 Jahrhundert gehen, so umfaßt das letztvergangene also für jeden heute Lebenden: 2 Eltern, 4 Großeltern, 8 Urgroßeltern. Geht man 2 Jahrhunderte zurück, so steigt die Zahl der Vorfahren (die nota bene ungefähr gleichzeitig gelebt haben müssen!) auf 64, und vor 800 Jahren mußten sie sich auf 16 000 000 belaufen! Natürlich wird diese Zahl durch Verbindungen zwischen nahen und entfernteren Verwandten ganz bedeutend reduziert, aber sie bleibt immer noch groß genug, um das Wort: „Ihr seid alle Brüder!“ als buchstäblich wahr erscheinen zu lassen.

(Nature.)

Darwinismus im Altertum. In Plutarch's „Biographien“ findet sich ein interessantes Beispiel der geschlechtlichen Zuchtwahl bei den Spartanern. Die Stelle, Lykurg Kap. 15, ist, soweit mir bekannt, nicht in Darwin's Werken erwähnt. Sie lautet:

„So sehr nun aber Lykurg die Zucht und Ordnung als Gesetz der Ehen aufgestellt hatte, so entschieden verbannte er auch eine unbegründete, weibische Eifersucht. Er machte es zwar zur Ehrensache, jede Übertretung, jede Unordnung von der Ehe fernzuhalten; aber es fand daneben dennoch eine gewisse Gemeinschaft der Kinder und des väterlichen Verhältnisses unter den würdigen Bürgern statt. Man lachte darüber, daß man anderswo solche Dinge, als unerlaubte Vermischung und Gemeinschaft, mit Mord und Krieg verfolgen wollte. Somit durfte der ältere Gatte einer jungen Frau, sobald er einen rechtschaffenen jungen Mann liebgewann und tüchtig fand, diesen bei ihr einführen. Wurde sie dann Mutter, so betrachteten sie den Sprößling aus so edlem Geblüt als ihr eigenes Kind. Ebenso durfte ein rechtschaffener Mann von geordnetem Wandel, und Vater von wohlgeratenen Kindern, sobald er an der Ehefrau eines andern Mannes großen Gefallen fand, sich von dem letzteren die Erlaubnis des ehelichen Verkehrs mit ihr erbitten, um gleichsam auf einem fruchtbaren Boden eine Pflanzung anzulegen und wackeren Kindern das Leben zu geben, die dem Blut und der Verwandtschaft einer rechtschaffenen Familie angehören sollten.

Fürs erste hielt eben Lykurg keineswegs die Kinder für ein ausschließliches Eigentum der Väter, sondern für ein Gemeingut des Staates, weswegen er wünschte, daß seine Bürger nicht von den zufälligen, sondern von den rechtschaffenen Eltern abstammen sollten. Sodann bemerkte er auch bei diesen Dingen gar viele Unvernunft und Albernheit in den Gesetzesbestimmungen anderer Staaten. „Hunde und Pferde (meinte er) bringe man nur mit den ausgesuchtesten männlichen Tieren zu-

sammen; man suche durch Gefälligkeiten oder um Geld die Erlaubnis dazu von ihren Herren zu erhalten; dagegen die Weiber sperre man ein, wie Gefangene, und verlange, daß sie nur von ihren Männern gebären sollten, auch wenn dies geistesschwache Menschen, abgelebte Menschen, kränkliche Menschen seien! Als ob nicht der Besitzer und Erzieher der Erste wäre, gegen den sich die Schlechtigkeit des Kindes herausstellte, wenn dieses von schlechten Eltern herkomme! — gerade wie ihnen gegenüber sich auch seine Tauglichkeit zuerst zeige, wenn ihm das Glück einer guten Abkunft zu teil werde![1]“

Eine ähnliche Stelle findet man in Plutarch's „Vergleichung zwischen Numa und Lykurg“.

Amsterdam. P. F. Spaink.

Schwarz und Weiss in der Dämmerung. In „Nature“ macht eine Zuschrift darauf aufmerksam, daß von zwei gleichen Hunden, von denen aber der eine schwarz, der andere weiß ist, der erstere viel deutlicher zu sehen ist und, wenn sie sich zusammen entfernen, noch lange sichtbar bleibt, während der andere schon dem Blick entschwunden ist. Die Jäger sollen dies schon längst wissen und ausnutzen, indem sie, um bei Nacht Enten zu schießen, ein Nachthemd oder sonst etwas Weißes über ihre Kleider anziehen. Demnach wären also doch nicht „bei Nacht alle Katzen grau“! Die Voraussetzung bei obigen Beobachtungen ist wohl, daß immerhin noch ziemlich viel Licht auf alle Gegenstände fällt, so daß ein schwarzer Fleck sich von der Umgebung abheben kann. Es wäre wünschenswert, weitere genaue Erfahrungen hierüber zu sammeln.

---

[1] Eine solche weise Voraussicht in bezug auf die Erzeugung der Menschen ist natürlich erst nachträglich in die dem Lykurg zugeschriebenen Gesetze hineingedeutet worden, um sich diese den späteren Generationen unverständlich gewordenen Sitten zu erklären. Aller Wahrscheinlichkeit nach liegt die Sache so, daß die kriegerischen Spartaner ebenso wie die übrigen dorischen Stämme durch den zur Gewohnheit gewordenen Frauenraub die Raubehe und zwar zunächst in der Form der Weibergemeinschaft bei sich einbürgerten, an welcher als an einer durch altes Herkommen geheiligten Sitte auch dann noch teilweise festgehalten wurde, als der Begriff des privaten Eigentums und in weiterer Fortbildung der des Privateigentums an Weibern sich entwickelt hatte, woraus dann erst die patriarchalische Familie und die monogamische Ehe hervorgehen konnten. Darauf, daß gerade bei den Spartanern solche alte Anschauungen und Gebräuche noch lange fortlebten, weisen ja noch manche andere Einrichtungen hin, so z. B. das gemeinsame Speisen der waffenfähigen Männer, die Erziehung der Knaben von staatswegen, die (angebliche!) Anleitung derselben zum Stehlen (offenbar liegt hier ein Protest gegen allgemeine Anerkennung des Privatbesitzes zu Grunde). All das hat sich dann die spätere historische Zeit, so gut es eben ging, zurecht zu legen versucht und bestimmte, von einem Einzelnen (Lykurg) zuerst erkannte Nützlichkeitsrücksichten als plausibelste Erklärung angenommen — genau wie es mit den mosaischen Speiseregeln, mit der Beschneidung u. s. w. auch gegangen ist. — Eine ausführliche und unseres Erachtens durchaus zutreffende Beleuchtung dieses Gegenstandes finden unsere Leser in den Aufsätzen von Karl Kautsky über „Die Entstehung der Ehe und Familie“ in Kosmos Bd. XII, S. 190, 256, 329.

D. Red.

Ausgegeben den 28. Februar 1886.

Naturforschung und Naturphilosophie.

Von

Prof. Dr. **Axel Harnack** (Dresden).[1]

Je weiter unsere Forschung über die Gegenstände und Vorgänge in der Natur gelangt, desto mehr und desto schwierigere Probleme treten hervor. Diese Aufgaben stellen sich uns nicht bloß dar, indem die Wissenschaft in ihrer Entwickelung zu neuen Untersuchungen gelangt: die Grundlagen selber, die eine Zeit lang deutlich erkannt zu sein schienen, müssen immer aufs neue wieder geprüft werden, und bieten uns neue Rätsel.

Selbst mit einer Wissenschaft, die scheinbar so sicher und gleichmäßig fortschreitet wie die Mathematik, ist es nicht anders. Als die Grundlagen der analytischen Geometrie gelegt waren und Descartes, in voller Erkenntnis der Tragweite seiner Methode schrieb, er habe den Weg zur Lösung aller geometrischen Aufgaben gefunden, ahnte er wohl kaum, daß er mit demselben weit mehr Probleme als Lösungen der Nachwelt überliefert hatte. Tiefer erkannten Leibniz und Newton, welche Fülle von neuen Problemen sich aufthat, nachdem sie vermittelst ihrer Infinitesimalrechnung beinahe alle zuvor gestellten gelöst hatten. Sagte doch Newton am Abend seines Lebens, das an wissenschaftlichen Ergebnissen so reich war wie kein anderes, er komme sich vor wie ein Knabe, der am Meeresstrande einige schönere Muscheln gefunden habe, während der große Ozean der Wahrheit unentdeckt vor seinen Blicken liege[2]. Und in den letzten Dezennien, ja durch die Forschungen der Gegenwart erst, haben sämtliche Grundlagen unserer Erkenntnis von Zahl

---

[1] Der ehrenden Aufforderung der Redaktion, diesen Vortrag, welcher in der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Dresden gehalten wurde und vor einigen Monaten als selbständige Broschüre (Leipzig, Teubner) erschienen ist, auch in dieser Zeitschrift zu veröffentlichen, komme ich um so lieber nach, weil sich mir dadurch die Gelegenheit bietet, an einigen Stellen meine Anschauungen besser zu formulieren. Insbesondere bin ich durch private Mitteilungen sowohl als auch durch Rezensionen darauf aufmerksam geworden, daß meine Beurteilung der Atomtheorie anders aufgefaßt wurde, als es meiner Absicht entsprach. Ich habe daher dieselbe im vorliegenden Abdruck deutlicher darzulegen gesucht.

[2] D. Brewster: Life of Newton. pag. 338 ff. In deutscher Übersetzung von Brandes.

und Raum, die vor mehr als 2000 Jahren durch Euklid für alle Zeiten systematisch abgeschlossen zu sein schienen, eine neue Bearbeitung erfahren, durch welche wir den Zusammenhang derselben zwar tiefer durchschauen, die uns aber erst gelehrt hat, welche schwierigen Fragen auch in diesen allereinfachsten Anfängen unserer Erkenntnis enthalten sind.

Soll ich nun erst noch die eigentlichen Naturwissenschaften zum Beleg heranziehen? Welch große Probleme weist die Mechanik auf, seit Gallilei die ersten Fallversuche anstellte, oder die Physik, seit Gilbert die Eigenschaften des Magnetes genauer erforschte! Vor wie vielen Rätseln stehen wir, nachdem Robert Boyle zum erstenmal den Begriff eines chemischen Elementes erkannt hatte! Als Linné vor kaum 150 Jahren sein Natursystem veröffentlichte, waren etwa 700 Tiere kenntlich beschrieben; heutzutage zählen die Insektenarten allein nach hunderttausenden, und jede dieser Arten ist hinsichtlich ihres organischen Baues und ihrer Lebensfunktionen noch weiter zu untersuchen.

Bei solcher Betrachtung drängt sich uns die Frage auf, worin besteht denn der Fortschritt wissenschaftlicher Erkenntnis? Wenn wir überall gerade in den Grundfragen zu keiner Antwort gelangen, wenn wir uns keine Rechenschaft zu geben vermögen über die Entstehung unserer Raumanschauung in ihrer besonderen Eigenart, über das Wesen der Naturkräfte, der Gravitation, der chemischen Affinität, der Elektrizität, wenn wir den Begriff des nicht weiter chemisch zerlegbaren elementaren Körpers als eine Thatsache hinnehmen müssen, für die sich eine weitere Begründung nicht ergeben hat, wenn wir die Funktionen des Lebens nur in ihrer Wirkung, nicht aber in ihrer Entstehung zu überschauen vermögen, kurz, wenn die ungelösten Fragen sich überall nur häufen, worin liegt dann noch der Wert wissenschaftlicher Arbeit, gestaltet sie sich nicht zu einem unübersehbaren Gewirre?

Meines Erachtens gibt es nur eine Antwort auf jede dieser beiden Fragen. Der Fortschritt der Wissenschaft offenbart sich, außer in der erweiterten Kenntnis von Thatsachen, in dem Maße, in welchem sie uns zu einer praktischen Beherrschung der Vorgänge in der Natur verhilft und dadurch also dem Leben der Menschheit dient, und sie gelangt zu einer Erkenntnis der Dinge und Vorgänge insofern, als sie das Gleichartige und den Zusammenhang derselben überschaut.

Manchem unter Ihnen, hochgeehrte Versammlung, wird diese Beantwortung vielleicht ungenügend erscheinen. Soll hier, so werden Sie fragen, wiederum dem rohen praktischen Nutzen das Wort geredet werden, von dem es erwiesen ist, daß seine direkte Berücksichtigung jede wissenschaftliche Arbeit schädigt und hemmt? verdankt die Wissenschaft nicht einem höheren Streben des Menschen nach Erkenntnis der Wahrheit ihre Entstehung und Entwickelung?

Ihre Entstehung, möchte ich zunächst antworten, sicherlich nicht. Soweit unsere Forschungen reichen, ist die Naturwissenschaft aus praktischen Bedürfnissen hervorgegangen. Die ersten Probleme und die ersten Erfahrungen ergaben sich aus der Technik, und selbst zu den scheinbar so abstrakten Problemen der Mathematik führten die Anforderungen, welche die Ägypter an ihre Bauwerke, und Griechen und Inder an die

Formen ihrer Opferaltäre stellten. Ja sind nicht selbst Wissenschaften wie Geschichte und Jurisprudenz mit Notwendigkeit aus dem Streben hervorgegangen, die Entwickelung des staatlichen Lebens unmittelbar zu fördern?

Sie werden aber schon aus diesen kurzen Angaben erkennen, in welchem Sinne ich den Wert der Wissenschaft in ihrem thätigen Einfluß auf das Leben beurteilt wissen möchte. Denn eben nicht der notdürftige Hüttenbau afrikanischer Wilden oder die ersten Werkzeuge, die sich der Mensch erwirbt, geben an sich schon Anlaß, etwa eine Mechanik als Wissenschaft zu betreiben, sondern erst aus einer reicheren Erwerbung technischer Fertigkeiten, aus einer höher entwickelten staatlichen Gemeinschaft und endlich aus einem tieferen religiösen Kultus gehen die Probleme einer geordneten Forschung hervor. Aus dem Leben einer sozialen Gesamtheit also, und zunächst durchaus mit dem Zweck, dieser Gesamtheit in ihren Lebensbedürfnissen zu dienen!

Wenn dieser Art nun die Anregung zur wissenschaftlichen Arbeit war, hat nicht die weitere Entwickelung gelehrt, daß die Wissenschaft, wie man wohl sagt, um ihrer selbst willen da ist; daß sie in ihren Resultaten gewissermaßen für sich besteht, und daß der Einfluß, den sie auf Thun und Treiben der Menschheit ausübt, eine schätzenswerte Nebenleistung ist, die aber nicht eigentlich mit der Wissenschaft zusammenhängt? Hier stellt sich die Antwort minder einfach, sie kann aber doch, wie mir scheint, mit voller Bestimmtheit gegeben werden. Man hat nur zu trennen die Art, wie sich die wissenschaftliche Arbeit in ihren einzelnen Stufen vollzieht, und die Bedeutung ihres Gesamtergebnisses. Die Wissenschaft entwickelt sich in der That frei von der Berücksichtigung eines augenblicklich zu erzielenden Nutzens. Überall werden wir bei unseren Forschungen belehrt, daß ein Problem, auf welches uns die unmittelbaren Bedürfnisse, sei es der Industrie, der Heilkunde oder irgend eines anderen Gebietes, führen, so sehr mit anderen allgemeineren Fragen zusammenhängt, daß seine Lösung sich keineswegs direkt, sondern nur als Resultat scheinbar entlegener Untersuchungen ergibt; ja in den allermeisten Fällen muß die Wissenschaft einen durchaus selbständigen Gang, unbekümmert um die praktischen Erfordernisse, gehen, und hat auf diesem Wege Hilfsmittel für das Leben der Menschheit gewonnen, an die vorher gar nicht gedacht wurde. Es besteht also ein Zusammenhang zwischen den Naturvorgängen, den erst die Wissenschaft durchschaut und zu dem das rein praktische Bedürfnis niemals gelangt, weil die Natur nicht nur für unsere jeweiligen Zwecke vorhanden ist. Und ebenso ist nicht zu leugnen, daß in dem menschlichen Geiste ein selbständiger, überaus mächtiger Trieb nach Erkenntnis um ihrer selbst willen herrscht, der in der Arbeit des Einzelnen um so erfolgreicher sich bethätigt, je freier er sich von allen Nebenabsichten hält.

Nichtsdestoweniger zeigt die Geschichte der Naturwissenschaften, daß unser bloßes Bedürfnis nach Erkenntnis irgend eine Befriedigung nicht gewinnt, indem alle die Fragen, mit denen jenes immer zuerst begonnen hat und noch beginnen möchte, ungelöst vor uns stehen wie zu den Zeiten der ersten wissenschaftlichen Forschung. Zu diesen vergeb-

lichen und darum wohl falschen Fragestellungen führte stets die Annahme, als stände es von vornherein fest, daß sich das ganze Wesen der Natur in unserem Denken vollkommen darstellen lassen müsse, als existiere kein Unterschied zwischen der Welt und unserem Geiste. Die wirkliche Forschung offenbart uns aber umgekehrt die Schranken unserer Erkenntnis, indem sie uns einerseits die fest bestehenden Anlagen unseres Verstandes aufdeckt, anderseits alle jene vermeintlichen Grundprobleme der Erkenntnis unbeantwortet bestehen läßt. Darum kann, was wirklich durch die Wissenschaften geleistet worden ist, in seiner Bedeutung nur gemessen werden an dem Einfluß, den es auf das thätige Leben der Menschheit gewonnen hat, auf das Leben in seinen mannigfachen geistigen und leiblichen Bedürfnissen, in seiner sozialen Gemeinschaft. Jede Periode einer Wissenschaft, in welcher das Bewußtsein dieser Dienstbarkeit schwindet und den Tendenzen einer abstrakten Wahrheitserkenntnis weicht, wie zu Zeiten des Scholastizismus oder der Naturphilosophie am Anfang unseres Jahrhunderts, hat sich noch immer als eine unfruchtbare, ja verwirrende erwiesen. Es liegt eine tiefe Wahrheit in dem paradoxen Satz Goethe's: »Auch in den Wissenschaften kann man eigentlich nichts wissen, es will immer gethan sein[1].«

Auf diesen Gegensatz in seinem Einfluß auf die Formulierung der wissenschaftlichen Aufgaben die Aufmerksamkeit zu richten, ist meine Absicht. Ich möchte an einigen entscheidenden Punkten darthun, wie in der Wissenschaft von der Natur jederzeit zwei verschiedene Richtungen sich geltend gemacht haben, die eine, welche die Natur begreifen zu können vermeint, indem sie stets bestrebt ist, die Mannigfaltigkeit der Vorgänge auf einige wenige hypothetische Begriffe zurückzuführen, und immer wieder den Schein erregt, als sei es gelungen, einen einheitlichen Mechanismus alles Geschehens oder wenigstens das zwingende Gesetz desselben zu erkennen, die andere, welche sich nur das Ziel steckt, die Dinge in ihren Eigenschaften zu beobachten, das gleichartige in dem scheinbar verschiedenen zu entdecken und so einen Zusammenhang in der Natur zu finden, der sich in unserer Herrschaft über die Vorgänge als ein in Wirklichkeit bestehender erweist. Wenn ich die erste Richtung kurz als die philosophische, die andere als die naturforschende bezeichne, so muß ich gleich von vornherein zwei möglichen Mißverständnissen entgegentreten. Nicht jede Theorie, die wir auf den verschiedenen Gebieten der exakten Forschung aufstellen, verweise ich ohne weiteres aus der eigentlichen Naturforschung. Denn eine Hypothese, welche den Thatsachen soweit entspricht, daß sie als Maxime der Forschung die bereits gemachten Erfahrungen im Zusammenhang einfach darstellen und neue entdecken lehrt, hat hier ihre Berechtigung. Es ist nur zu fordern, daß ihre Grundlagen nicht fingierte sind, sondern aus der Anschauung oder aus Grenzbegriffen der Anschauung entnommene. So weit sie wirklich fruchtbar ist, ist sie auch relativ wahr; wo sie aber unfähig zur Vervollkommnung wird, hat sie ihre Bedeutung für die Forschung eingebüßt. Sodann muß ich noch betonen, daß ich jenen Zwiespalt nicht auf die Personen des

[1] Goethe: „Sprüche in Prosa. Nachträgliches."

Philosophen und des Naturforschers übertragen möchte. Beide Bestrebungen vereinigen sich vielmehr häufig, und wie wir viele unter den größten Naturforschern nicht frei von jener Tendenz finden, ja wie wir gegenwärtig gerade viele in dem Glauben befangen sehen, es seien die meisten Rätsel der Welt bis auf wenige gelöst, oder doch lösbar, so ließe sich umgekehrt der Nachweis führen, wie viele Philosophen von Aristoteles an der eigentlichen Naturforschung bleibende Dienste geleistet haben.

So alt, ja älter wie die Naturforschung ist die Naturphilosophie, nur daß diese jederzeit mit den scheinbar am nächsten liegenden und doch schwierigsten Fragen beginnt und in der Beantwortung derselben kaum einen wesentlichen Fortschritt aufweist. Die beharrlichste Richtung in diesem Streben, der Materialismus, ist im Grunde unverändert derselbe geblieben wie zu den Zeiten, da es noch kaum eine wissenschaftliche Erkenntnis der Natur gab. Und wenn er sich auch immer wieder auf wissenschaftliche Resultate beruft, er hat mit den Ergebnissen der Wissenschaft ebensowenig gemein, als er zu ihrer Förderung beigetragen hat; denn alle Probleme der Forschung erscheinen ihm von vornherein als mechanisch gelöst oder wenigstens lösbar.

»Naturerkennen«, sagt E. du Bois-Reymond in seiner viel gelesenen und besprochenen Rede [1], »Naturerkennen — genauer gesagt naturwissenschaftliches Erkennen, oder Erkennen der Körperwelt mit Hilfe und im Sinne der theoretischen Naturwissenschaft — ist Zurückführen der Veränderungen in der Körperwelt auf Bewegungen von Atomen, die durch deren von der Zeit unabhängige Zentralkräfte bewirkt werden, oder Auflösen der Naturvorgänge in Mechanik der Atome.« Die Naturlehre des Demokrit und Epikur ist damit wieder vollständig zum Kanon aller Naturwissenschaft gemacht; der einzige Unterschied besteht nur darin, daß, während früher die Wirkungen der Atome auf die anschaulichen Formen des Druckes und Stoßes zurückgeführt werden sollten, hier allgemein und unbestimmt von Zentralkräften die Rede ist. Kant hatte die sehr diskutierbare Behauptung aufgestellt, daß in jeder besonderen Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist; nunmehr soll nur das als eigentliche Wissenschaft schließlich gelten, was als Mechanik der Atome gedeutet ist.

Beachten wir, daß diese Forderung bereits gestellt war, bevor es eine Naturforschung gab, aus der allein die Methode und das Ziel der wissenschaftlichen Arbeit erkannt werden konnte, so werden wir über die Berechtigung derselben schon stutzig werden müssen. Wie unrichtig diese Bestimmung ist, offenbart sich aber gleich von vornherein an dem thatsächlichen Inhalt der wissenschaftlichen Atomistik.

Ihre Bedeutung als einer zweckmäßigen Hilfstheorie für gewisse Arten von Fragestellungen darf nicht unterschätzt werden; aber der Begriff des Atomes selbst ist je nach seiner Anwendung ein so mannigfaltiger und teilweis unbestimmter, daß wir nach der bisherigen Entwickelung

[1] „Über die Grenzen des Naturerkennens. Die sieben Welträtsel." Zwei Vorträge von Emil du Bois-Reymond. 6. u. 2. Auflage. Leipzig 1884. pag. 12.

der Wissenschaft keinen Grund zu der Annahme haben, aus den bloß mit Zentralkräften begabten Atomen die gesamten Erscheinungen jemals ableiten zu können. In der relativ vollendetsten Wissenschaft, der analytischen Mechanik, ist von Atomen überhaupt nicht die Rede. Wohl bedienen wir uns dort zuweilen der Grenzvorstellung eines Massenpunktes, doch hat diese Abstraktion mit der Annahme von Atomen nichts gemein. Sie bedeutet entweder, wie Helmholtz bereits hervorgehoben hat[1], das Volumelement einer kontinuierlich ausgedehnten, gleichartigen Masse, oder sie dient zu einer zweckmäßigen Darstellung von Bewegungserscheinungen, bei denen zur Vereinfachung des Problemes die Ausdehnung der Körper nicht berücksichtigt werden soll. Unsere ganze analytische Dynamik ist weit davon entfernt, eine Mechanik der Atome zu sein oder werden zu wollen. Aber auch die wissenschaftlichen Ergebnisse der mechanischen Wärmetheorie, der Elektrizitätslehre, sind zum größten Teil von atomistischen Theorien frei; und in der Optik, bei welcher sich die scheinbar so verschiedenen Arten des Lichtes in der That am vollkommensten auf bloße Bewegungserscheinungen zurückführen lassen, bildet die Grundlage der ganzen Theorie zunächst nicht ein molekulares, sondern ein kontinuierliches elastisches Medium. Nur für die Ableitung gewisser Erscheinungen legt man demselben molekulare Eigenschaften bei; doch lassen sich gerade hierbei die Annahmen variieren, insonderheit auch so, daß man zwei sich durchdringende kontinuierliche Medien betrachtet. In allen Fällen aber, und das ist das entscheidende, in denen man molekulare Medien für eine Theorie annimmt, muß man denselben hypothetische, den Erscheinungen angepaßte Eigenschaften beilegen; bloße Zentralkräfte haben sich nicht als ausreichend erwiesen. Man kann daher umgekehrt der historischen Entwickelung gemäß behaupten, daß die Physik, je weiter sie zu einer quantitativen Erkenntnis der Erscheinungen gelangt, d. h. je weiter sie Wissenschaft im Sinne der Mathematik wird, um so mehr auch eine Atomtheorie entbehren kann. Denn wie die ganze Astronomie vollkommen unabhängig ist von den Annahmen, welche man über Fernewirkung und deren Entstehung aufstellen mag, so beherrschen wir wenigstens die Vorgänge in den Bewegungen von Massen, in dem Umsatz lebendiger Kraft in Wärme, Licht und elektrisch-magnetische Erscheinungen, mit Hilfe der Potentialtheorie ohne jede Hypothese von Sein und Wesen der Atome. Niemand wird auf den Gedanken kommen, die Chemie für die am meisten vorgeschrittene Wissenschaft deshalb zu erklären, weil in derselben die atomistischen Formulierungen am unentbehrlichsten sind. Ihre Fortschritte gewann sie vielmehr dadurch, daß sie sich nicht gescheut hat, überall, wo sie der Atome bedurfte, denselben eine ganze Reihe chemischer Eigenschaften beizulegen. So haben die atomistischen Begriffsbildungen immer nur für gewisse Fragen den Wert einer durchaus

[1] Helmholtz: Zum Gedächtnis an Gustav Magnus. Populäre wissenschaftliche Vorträge. Drittes Heft. Braunschweig 1876 pag. 13 und 14. Vergl. auch die Rede: Über das Ziel und die Fortschritte der Naturwissenschaft. Pop. Vorträge. Zweites Heft.

zweckmäßigen Hilfstheorie, keineswegs müssen sie den eigentlichen Kern für alle Probleme der Naturwissenschaft bilden.

Aber der Materialismus will seine Forderung mechanischer Erklärung nicht nur auf die physikalischen und chemischen Vorgänge beschränkt wissen. Für das ganze Weltall in seinen mannigfachen, anorganischen und organischen, materiellen und geistigen Erscheinungen soll es keine andere naturwissenschaftliche Erkenntnis als diese geben. Drastisch genug wird dieses in dem Gleichnis ausgesprochen, das Laplace einmal gebraucht hat[1]. »Ein Geist«, sagt dieser, »der für einen gegebenen Augenblick alle Kräfte kennte, welche die Natur beleben, und die gegenseitige Lage der Wesen, aus denen sie besteht, wenn sonst er umfassend genug wäre, um diese Angaben der Analyse zu unterwerfen, würde in derselben Formel die Bewegungen der größten Weltkörper und des leichtesten Atomes begreifen! nichts wäre ungewiß für ihn und Zukunft wie Vergangenheit wäre seinem Blick gegenwärtig. Der menschliche Verstand, fügt Laplace wenigstens maßvoll hinzu, bietet in der Vollendung, die er der Astronomie zu geben gewußt, ein schwaches Abbild solchen Geistes dar, . . . von dem er jedoch immer unendlich entfernt bleiben wird.« Herr du Bois-Reymond sieht in diesem Bilde schon mehr als eine kühne Analogie. »Wir gleichen«, sagt er, »diesem Geist, denn wir begreifen ihn. Ja, es ist die Frage, ob nicht ein Geist wie Newton's von diesem Laplace'schen sich weniger unterscheidet, als der Geist eines Australnegers oder eines Weddas von Ceylon, der nicht über fünf zählt, vom Geiste Newton's.«

Ich will hier nicht darauf eingehen, nachzuweisen, wie unser diskursives Denken, das unfähig ist, eine stetige Erscheinung anders als in getrennten Momenten zu beobachten, und überdies nur eine ganz geringe Zahl von gleichzeitigen Beobachtungen machen kann, nie dahin gelangen würde, mit genügender Genauigkeit die notwendigen Bedingungsgleichungen für diese nicht periodischen Bewegungen zu gewinnen, wodurch allein schon jenes Gleichnis seine Anwendbarkeit auf das Ziel unserer Erkenntnis einbüßt. Wichtiger ist es, zu fragen, ob der Fortschritt unserer naturwissenschaftlichen Erkenntnis nur irgendwo eine Andeutung davon gegeben hat, daß wir uns auf dem Wege zu einer erschöpfenden mechanischen Erklärung der Natur oder gar der Geisteserscheinungen befinden. Wenn uns auch das Gesetz der Erhaltung der Energie, die größte Errungenschaft der letzten Jahrzehnte, sowie die Einsicht in den Stoffwechsel und in den Kreislauf der Natur, die Gleichartigkeit und den Zusammenhang zwischen den scheinbar verschiedenartigsten Vorgängen hinsichtlich quantitativer Eigenschaften erschlossen hat, wenn wir innerhalb der Lebensfunktionen Prozesse erkennen, die sich auf chemischem und physikalischem Wege wiederholen lassen, die mannigfaltigen Vorgänge selbst sind darum doch keineswegs auch nur annähernd als rein mechanische gedeutet[2]. Selbst die physikalischen Phänomene wie die schein-

[1] Die betreffende Stelle ist citiert von du Bois-Reymond, a. a. O. pag. 13 und 14 und vollständiger in den Anmerkungen pag. 47 und 48.

[2] Bunge, Vitalismus und Mechanismus. Ein Vortrag. Leipzig 1886.

bar so einfache Übertragung einer Bewegung auf die andere durch Stoß, der Umsatz von Spannkraft in lebendige Kraft, die Änderung des Aggregatzustandes eines Körpers, die Abhängigkeit des Volumens vom Druck, die Erzeugung der Wärme durch chemische Affinität sind uns nur als meßbare Thatsachen bekannt, nicht aber als in ihrem Wesen vollkommen gleichartige Erscheinungen aufgedeckt, und es ist durchaus willkürlich und verfehlt, die Zahl der in diesem Sinne unerklärbaren Rätsel auf eine bestimmte einschränken zu wollen[1]. In der nicht bloß subjektiven, sondern objektiven Verschiedenheit sind auch noch gegenwärtig alle Geheimnisse der Natur beschlossen. Die Zergliederung unserer Sinneswahrnehmung hat manchen Irrtum hierüber beseitigt, auf bloße Quantitätsunterschiede der Bewegung hat sie weder die Licht- und Schallwellen, weder die Erscheinungen der Elektrizität und Wärme, noch auch die chemischen Unterschiede der Körper zurückgeführt. Führt man freilich unter jenen Rätseln ganz allgemein das »Wesen von Materie und Kraft« an, so kann man darunter alles verstehen; und während anfangs die mechanische Erklärung der Welt mit ihrem ganzen geistigen Leben als mögliche, ja als die einzige wissenschaftliche Aufgabe hingestellt war, während man den Zustand der ganzen Welt, auch eines menschlichen Gehirnes, in jedem Augenblick als die unbedingte mechanische Wirkung des Zustandes im vorhergehenden Augenblick erfassen zu müssen vermeinte, indem man dem Gesetz der Erhaltung der Energie auf Grund einer Verwechselung von materieller und geistiger Kraft eine ganz unberechtigte, den Thatsachen individuellen geistigen Lebens strikte widersprechende Ausdehnung gab, — endet man schließlich mit dem Bekenntnis, daß die angeblich einzige Basis unseres Erkennens, der Begriff des Atomes, voll innerer Widersprüche stecke, und daß wir also nichts wissen können.

So scheitert der Versuch, das naturwissenschaftliche Erkennen mit einer ausschließlich mechanischen Auffassung der Welt identifizieren zu wollen. Woraus entspringt, solange es eine Naturphilosophie gibt, immer wieder aufs neue die Neigung, diese Identifizierung zu versuchen?

Unser Kausalitätsbedürfnis, wird uns geantwortet, verlangt dies zu seiner Befriedigung. Nur wenn wir im stande sind, in der Aufeinanderfolge der Erscheinungen dieselbe apodiktische Notwendigkeit zu erkennen, deren wir uns in unseren eigenen Schlüssen bewußt sind, nur wenn wir ein Phänomen aus seinen Ursachen ebenso sicher abzuleiten vermögen, wie wir aus bindenden Prämissen eine Schlußfolgerung ziehen, dann und nur dann haben wir wissenschaftliche Erkenntnis. Selbst wenn diese Antwort vollkommen richtig wäre, würde aus derselben keineswegs hervorgehen, daß nur in der Mechanik ihre endgültige Lösung zu finden ist, sie führt uns vielmehr über den Materialismus hinaus zu dem, was ich als naturphilosophische Bestrebungen überhaupt bezeichnet habe.

Wir müssen also ihrem Inhalt etwas näher treten und fragen: worin besteht unser Kausalitätsbedürfnis, können wir in der Natur von Gesetzen sprechen, die uns in den Erscheinungen eine unaufhörlich fort beste-

[1] Du Bois-Reymond: Die sieben Welträtsel.

hende Kette von Ursache und Wirkung rückwärts und vorwärts erkennen lassen?

Die Geschichte des Kausalbegriffes in der neueren Philosophie beginnt mit Spinoza. Alle Bemühungen der Scholastik, aus der subjektiven Erkenntnis, die auf einen zureichenden Grund sich stützen muß, eine objektive Ursache alles Geschehens zu gewinnen, vereinigte er in dem merkwürdigen Satze, mit welchem er die Definitionen in seiner Ethik eröffnet[1]: »Unter Ursache seiner selbst verstehe ich das, dessen Wesen seine Existenz involviert oder das, dessen Natur nicht anders als existierend erfaßt werden kann.« Der Begriff der causa sui, der Ursache seiner selbst, den nun Spinoza mit der »Substanz« identifizierte, deren Veränderungen oder Affektionen sich mit innerer Notwendigkeit nach einem festen Kausalnexus vollziehen, ist, so widerspruchsvoll er uns erscheint, doch eine unabweisliche Folgerung, sobald wir von dem Gedanken ausgehen, daß die Vorgänge in der Welt eine fortlaufende, mit innerer Notwendigkeit zusammenhängende Reihe von Ursachen und Wirkungen bilden. Wenn wir nichts anderes zu erkennen vermögen als diesen Fluß der Dinge in ihrem Sein und Werden, wenn wir dann weiter schließen, daß auch das Wesen der Welt nichts anderes sein kann als solch eine Reihe von notwendigem Wechsel, dann stehen wir in der That mit unserer Erkenntnis unmittelbar vor dem alle Rätsel vereinigenden Gott, der die Ursache seiner selbst ist und nun mit einer ihm selbst immanenten Notwendigkeit das Spiel geistiger und materieller Erscheinungen ablaufen läßt. In Wahrheit aber verhält sich unsere Erkenntnis zu den Dingen nicht derartig. Vor allem wird jeder Naturforscher ohne weiteres zugestehen, daß wir den Begriff der Kausalität keineswegs auf die Gegenstände anwenden, sofern dieselben in ihren räumlichen Verhältnissen und sonstigen Eigenschaften beharren. Das unveränderte Sein der Dinge erfordert, wenn wir es mit dem reinen Verstande betrachten, überhaupt keinen Erkenntnisgrund, und die Ursache für die Existenz wäre ein Problem, welches sich in seiner Formulierung selbst widerspricht.

In unübertrefflicher Schärfe hat aber schon Hume die Kritik an der spinozistischen Objektivierung des Kausalgesetzes auch in seiner Anwendung auf die Veränderungen in der Natur vollzogen. Ein fortlaufender Kausalnexus mit innerer Notwendigkeit des Geschehens ist nicht vorhanden. Denn nur durch die Erfahrung, nicht aber als a priori begründbar, ist uns der Zusammenhang zwischen gewissen Erscheinungen, oder besser gesagt, die Verwandlung eines und desselben Vorganges in verschiedene Formen gegeben, und diese Veränderung führt uns nicht zu einer unaufhörlichen Kette von Ereignissen, sondern mündet schließlich immer in die Erkenntnis bestimmter Zustände oder bestimmter, in der Materie existierender Eigenschaften, nach deren Ursache nicht weiter gefragt werden kann. »Alles, was anerkanntermaßen die Vernunft vermag«, sagt Hume[2], »ist, die für die einzelnen Erscheinungen geltenden

[1] Spinoza, Ethica: „Per causam sui intelligo id, cujus essentia involvit existentiam sive id, cujus natura non potest concipi nisi existens."

[2] David Hume, Eine Untersuchung in betreff des menschlichen Verstandes. Übersetzt von Kirchmann. 3. Auflage. Heidelberg 1882. p. 33.

Regeln auf eine größere Einfachheit zurückzuführen und die vielen besonderen Wirkungen aus wenigen allgemeinen Ursachen abzuleiten, und zwar mit Hilfe der Analogie, Erfahrung und Beobachtung. Aber die Ursachen dieser allgemeinen Ursachen zu entdecken, ist vergeblich, und keine Erklärung derselben wird hier zufrieden stellen.«

Die exakte Wissenschaft hat diese Auffassung Hume's bestätigt, und man kann fast geneigt sein, zu behaupten, daß aus der Naturforschung der Begriff der Kausalität oder der Verursachung mehr und mehr schwindet, jedenfalls, daß er in einer Läuterung begriffen ist, welche für die gesamte Darstellung der theoretischen Naturwissenschaft von wesentlicher Bedeutung sein wird. Treffend bemerkt Mach in seiner historischen Darstellung der Mechanik[1]: »In der Natur gibt es keine Ursache und keine Wirkung. Die Natur ist nur einmal da. Wiederholungen gleicher Fälle, in welchen A immer mit B verknüpft wäre, also das Wesentliche des Zusammenhanges von Ursache und Wirkung, existieren nur in der Abstraktion, die wir zum Zwecke der Nachbildung der Thatsachen vornehmen. Ist uns eine Thatsache geläufig geworden, so bedürfen wir dieser Heraushebung der zusammenhängenden Merkmale nicht mehr. Die Wärme ist die Ursache der Spannkraft des Dampfes. Ist uns das Verhältnis geläufig geworden, so stellen wir uns den Dampf gleich mit der zu seiner Temperatur gehörigen Spannkraft vor. Die Säure ist die Ursache der Rötung der Lackmustinktur. Später gehört aber diese Rötung unter die Eigenschaften der Säure.« Selbst für die analytische Mechanik hat G. Kirchhoff das Problem nur dahin formuliert, daß die Bewegungen auf möglichst einfache Weise zu beschreiben seien. Damit ist die Auffassung der Kraft als einer vor der Bewegung bestehenden Ursache aufgehoben. Die Kraft erscheint, ähnlich wie vorhin allgemein die Ursache, nur als eine in der Bewegung oder in deren Hemmungen enthaltene Eigenschaft, als Ausdruck der Verbindung zwischen der bewegten Masse und ihrer Beschleunigung. Dasselbe hat auch schon vorher Fechner in seiner Atomenlehre ausgesprochen[2], wenn er sagt: »Kraft ist der Physik überhaupt weiter nichts als ein Hilfsausdruck zur Darstellung der Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung, und jede klare Fassung der physischen Kraft führt hierauf zurück. Wir sprechen von Gesetzen der Kraft; doch sehen wir näher zu, sind es nur Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung, welche beim Gegenüber von Materie und Bewegung gelten. Sonne und Erde äußern eine Anziehungskraft aufeinander, heißt nichts weiter als: Sonne und Erde bewegen sich im Gegenübertreten gesetzlich nacheinander hin. Nichts als das Gesetz kennt der Physiker von der Kraft. Man sagt: aber es muß doch ein Grund sein, daß sich Sonne und Erde nacheinander hin bewegen, und diesen nennen wir vielmehr die Kraft. Es ist aber physikalisch genommen nichts anderes als das Gesetz: daß, wenn diese Verhältnisse des Zusammenseins von Materie gegeben sind, diese neuen daraus folgen. Sitzt die Kraft irgendwo, so sitzt sie nur im Gesetze, das zugleich Ge-

[1] Mach, Die Mechanik in ihrer Entwickelung, historisch-kritisch dargestellt. Leipzig 1883. p. 455.

[2] Fechner, Atomenlehre. 2. Auflage. Leipzig 1864. pag. 120.

setzeskraft hat, d. h., was es aussagt, wird geleistet.« Dieser geläuterte Kraftbegriff knüpft wieder vollständig an die älteren einfachen Vorstellungen Gallilei's und Newton's an. Gallilei hatte, durch die Erfahrung geleitet, erkannt, daß die Beschleunigung das Maßgebende in der Bewegung fallender Körper ist, und Newton's große Entdeckung bestand in nichts anderem, als daß er dieselbe Größe der Beschleunigung in der Bewegung der irdischen wie der planetarischen Körper erkannte und die Beziehung zwischen Beschleunigung und Masse auffand.

Es ist interessant zu beachten, welchen Mißverständnissen die Newton'sche Entdeckung bei den naturphilosophischen Bestrebungen sofort ausgesetzt war. Während er selbst weit davon entfernt war, zu glauben, daß er mehr entdeckt habe als das thatsächliche Verhalten der Massen zu einander, ging man sofort ans Werk, die Gravitation aus den Eigenschaften der Materie zu deduzieren. »Die Möglichkeit der Materie erfordert eine Anziehungskraft, ebenso wie sie eine Abstoßungskraft erfordert«, suchte Kant zu beweisen, und der ganze Materialismus des vorigen Jahrhunderts vermeinte, es sei durch Newton die Bahn zu einer vollkommenen mechanischen Erklärung aller Erscheinungen gebrochen, während er nur innerhalb mechanischer Vorgänge das Gleichartige aufgedeckt hatte, allerdings in Vorgängen, die scheinbar so verschiedener Art sind, wie sie der Fall eines Apfels, die Bewegung des Mondes, die Ebbe und Flut, die Abplattung der Erde uns darbieten. Es trat hier Ähnliches ein, wie schon früher bei dem Gallilei'schen Prinzipe, dem sogenannten Trägheitsprinzip. Weil Gallilei erkannt hatte, daß sich in der Gleichheit oder Verschiedenheit der Beschleunigung am einfachsten die Gleichartigkeit oder Verschiedenheit von Bewegungen ausdrücken und messen ließ, folgte für ihn ohne weiteres, daß von Kräften nicht die Rede sein könne, sobald eine nach jeder Richtung hin unbeschleunigte Bewegung vorliegt. Es bildet eben die geradlinige, unbeschleunigte Bewegung sozusagen das Maßsystem der Dynamik und ist als solches ebenso willkürlich wie jedes Maßsystem überhaupt. Nach zwei Seiten aber wurde jener Satz verkehrt gedeutet; die einen meinten, es sei eine Eigenschaft der Materie, die vis inertiae entdeckt, die anderen hielten den Satz für eine unmittelbare Folge des allgemeinen Kausalgesetzes, weil, wo keine Wirkung vorhanden ist, auch keine Ursache bestände.

Kant's Schrift über die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft bleibt, von so bewundernswerter Denkkraft sie auch zeugen mag, doch für alle Zeiten der beste Beweis, wie der Versuch, auch nur die Mechanik zu einer aprioristischen, die Thatsachen der Erfahrung nachträglich deduzierenden Wissenschaft, also im Kant'schen Sinne zu einer »eigentlichen« Wissenschaft zu gestalten, jederzeit mißlingen wird. Soweit diese Schrift nicht reine Wortdefinitionen enthält, führt sie keine Beweise und übergeht entweder die einfachsten Prinzipien, auf welche uns die Erfahrung geführt hat, oder stellt dieselben vermittelst künstlicher Syllogismen als denknotwendige hin. Eine in die Ferne wirkende Kraft der Materie glaubt er beweisen zu können, und doch wird die Kraft als Beschleunigung bestimmend überhaupt nicht definiert. Daß die Quantität der Materie im ganzen unvermehrt und unvermindert bleibt,

wird als Lehrsatz bewiesen, ohne daß die Frage, ob man es mit endlichen oder unendlichen Quantitäten zu thun habe, eine Erörterung findet. Daß thatsächlich die Beantwortung der Frage nach der Endlichkeit oder Unendlichkeit der Materie durchaus kein Postulat unseres Denkens bildet, während wir uns der Anschauung des Raumes gegenüber ganz anders verhalten, scheint mir ein Beleg dafür zu sein, daß im Grunde genommen selbst das Problem, ob Materie vergehen oder entstehen könne, nicht von vornherein beantwortet werden kann. Daß die Masse in allen von uns beobachteten mechanischen und chemischen Bewegungen erhalten bleibt, ist eine Thatsache; daß wir keine Anschauung von Entstehen und Vergehen haben können, ist auch zuzugeben. Aber wie hieraus ein Schluß auf den unbestimmten Begriff der Materie oder Substanz in ihrer Gesamtheit gemacht werden kann, läßt sich nicht einsehen.

Ähnliche Versuche zu nachträglicher deduktiver Entwickelung allgemeiner Gesetze, die wir auf dem Wege der Erfahrung kennen gelernt haben, werden auch gegenwärtig immer wieder gemacht. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie wird aus dem angeblichen Beharren der Substanz oder Materie abzuleiten gesucht vermittelst des Schlusses: Da die Materie nur gegeben ist, insofern sie Wirkungen ausübt, und da Teile der Materie weder entstehen noch verschwinden, so muß notwendig die Wirkungsfähigkeit derselben konstant bleiben[1]. Ist aber der Begriff der Wirkungsfähigkeit, der in der potentiellen Energie oder der chemischen Spannkraft zum Ausdruck kommt, irgendwie durch den Begriff der Materie gegeben? Ist es aus irgend welchen Prämissen ableitbar, daß in der lebendigen Kraft und in der Wärmeerzeugung eine gleichartige Wirksamkeit der Materie vorhanden ist? Worin besteht also die Beziehung, die uns aus einer Unveränderlichkeit der Masse. selbst wenn diese ein thatsächliches Weltgesetz wäre, auf eine Unveränderlichkeit der Energie schließen ließe?

Freilich war Robert Mayer durch deduktive Schlüsse auf den Gedanken eines mechanischen Wärmeäquivalentes gekommen, aber seine Schlüsse haben doch nur die Beweiskraft einer feinen, auf Erfahrung gestützten Analogie und gewannen erst durch den experimentellen Nachweis der Thatsache bindende Kraft. Dieser Unterschied führt uns auf die oben gestellte Frage nach der Natur unseres Kausalitätsbedürfnisses und nach der Gültigkeit zwingender Gesetze in der Natur zurück.

Es ist ungenügend, wenn Hume in unserer Auffassung zweier Erscheinungen als von einander abhängiger, nichts weiter sieht, als eine instinktive Gewöhnung, gegründet auf die Assoziation der Vorstellungen; aber der Funken, den er nach Kant's Ausspruch geschlagen hatte, möchte der schwierigen Frage doch eine andere Beleuchtung geben, als sie in Kant's Darstellung gefunden hat. Denn gerade, was Hume geleugnet

[1] Wundt, Logik. Eine Untersuchung der Prinzipien der Erkenntnis und der Methoden wissenschaftlicher Forschung. Stuttgart 1880 und 1883. Erster Band. pag. 557 ff. Indem ich hier gegen eine Stelle dieses Werkes polemisiere, darf ich nicht unterlassen, hervorzuheben, daß ich dem Studium desselben anderseits viel positive Belehrung und Förderung für die meinem Vortrage zu Grunde liegenden Anschauungen verdanke.

hatte, die Notwendigkeit in der Beziehung zwischen Ursache und Wirkung, nahm Kant als feststehende Voraussetzung an, und weit entfernt, die Abhängigkeit zwischen zwei Erscheinungen als eine unmittelbare Eigenschaft der einen anzusehen, betrachtete er dieselben nur in getrennter Aufeinanderfolge innerhalb der Zeit, woraus alle die Antinomien entsprangen, die er nur mittels seines transcendentalen Idealismus zu überwinden vermochte.

Die Methode und die Ergebnisse der Naturforschung liefern uns meines Erachtens nur folgenden Aufschluß. Die Naturwissenschaft beginnt, sobald wir mit Hilfe von Begriffen die einzelnen Gegenstände und Phänomene zu erfassen suchen. Selbst die genaue Beschreibung einer einzelnen Erscheinung erfordert bereits erworbene Begriffe. Ein einzigartiges Phänomen, das mit allen übrigen gar nichts gemein hätte, könnte weder Gegenstand einer wissenschaftlichen Untersuchung sein, noch wären wir im stande, irgend eine positive Beschreibung desselben zu geben. Es würde uns nicht die geringste Möglichkeit zu einer Erklärung darbieten; denn erklären, oder wie unsere Sprache treffend sagt, begreifen, besteht in nichts anderem, als in der Unterordnung eines Phänomens, oder der Elemente, in die es zerlegt werden kann, unter andere anschauliche Vorgänge, die uns bereits geläufig geworden sind. Wie weit wir auf diesem Wege der Vereinfachung gelangen werden, wie wenig oder wie viele elementare Vorgänge, die wir nicht mehr zergliedern können, nachbleiben, läßt sich weder von vornherein bestimmen, noch bildet ihre Zahl ein Postulat unseres Denkens.

Insofern nun alles begriffliche Denken eine Vergleichbarkeit verschiedener Vorgänge voraussetzt, ist die Forderung, daß die Natur eine gewisse Konstanz erkennen läßt, eine notwendige. Nicht bloß instinktive Gewöhnung läßt uns aus gleichartigem gleiches erschließen, das Wesen der Begriffsbildung bei Dingen, Zuständen und Vorgängen setzt schon voraus, daß uns durch die Erfahrung Erscheinungen gegeben sind, die in ihren Eigenschaften, nach manchen von uns gerade besonders ins Auge gefaßten Beziehungen, Übereinstimmung aufweisen oder überhaupt die Möglichkeit des Vergleiches zulassen. Zu solchen Eigenschaften gehören aber gemeiniglich gewisse Einwirkungen, welche ein Körper auf einen andern ausübt, und die Übereinstimmung in manchen Eigenschaften läßt uns vielfach auf die Übereinstimmung in den meisten übrigen schließen. Niemals aber werden wir im stande sein, mit apodiktischer Gewißheit vorauszusagen, welche Reihe von Eigenschaften bei einem Körper etwa genügt, um daraus seine Identität mit anderen Körpern oder sein Verhalten unter allen Umständen vorher zu bestimmen. Denn die subjektive Notwendigkeit, welche in unserem Denken den Satz: »Aus gleichem folgt gleiches« zu einem unumstößlichen macht, überträgt sich nicht als ein objektives Gesetz auf die Naturvorgänge. Hier ist der Satz: »Aus gleichem folgt gleiches« zunächst eine Identität, und wenn wir nicht gewärtig sind, zu beobachten, wie aus dem in gewisser Hinsicht als gleich erkannten plötzlich einmal ungleiches folgt, so daß das zuerst scheinbar gleiche aufhört, ein solches zu sein, so geht dies lediglich aus einer er-

probten und wissenschaftlich geübten Erfahrung hervor, die uns gelehrt hat, daß sich in der Natur bestimmende Merkmale bei den Eigenschaften der Dinge thatsächlich finden lassen, daß unsere Annahme, die Welt, welche uns umgibt, lasse sich durch unsere Erkenntnis begrifflich erfassen, zwar nicht unbeschränkt, jedoch nach vielen Beziehungen hin berechtigt und wahr ist.

Von Naturgesetzen als notwendigen zu sprechen, ist also sicherlich ein Mißbrauch des Wortes. Wir beobachten nur eine gewisse Konstanz oder Gleichartigkeit in den Erscheinungen, vorwiegend in solchen, die wir als die materiellen bezeichnen; und wir sind im stande, in zusammengesetzteren Vorgängen immer wieder dieselben einfacheren zu entdecken und die Identität ein und desselben Vorganges in scheinbar verschiedenen, aufeinanderfolgenden Ereignissen nachzuweisen.

Was ist mit solcher Einschränkung der Gesichtspunkte gewonnen? Mich däucht, zweierlei. Vor allem kann die Naturwissenschaft ihr eigenes Gebiet frei erhalten von den verwirrenden Einflüssen, die unsere, jederzeit zu übertreibender Schematisierung geneigte Vernunft in dem Besitzstande unseres thatsächlichen Wissens anrichtet. Indem wir an die Erkenntnis der Natur nur mit der Absicht gehen, in ihrer Entwickelungsgeschichte, ihrem Sein und Werden konstante Elemente zu finden, gleichartiges begrifflich zu vereinen, ungleichartiges zu trennen, um in unserem Denken ihre Vorgänge nachzubilden, bewahren wir uns die von jeder Voreingenommenheit freie Forschung, die sich ausschließlich von den Thatsachen belehren läßt. Diese werden aber stets reicher und mannigfaltiger sein als unsere vorangehende Anschauung, und aus ihrer Belehrung wird einzig und allein der Gewinn für das Leben hervorgehen.

Nicht geringer aber dürfte der Vorteil sein, den wir dadurch gewinnen, daß wir die Grenzen unseres Gebietes und unserer Methoden kennen. Um aus der vermeintlichen Notwendigkeit alles Geschehens die Freiheit des Geistes zu retten, mußte Kant sie aus der empirischen Welt in die intelligibele flüchten, und der verdienstvolle Geschichtschreiber des Materialismus, F. A. Lange, vermochte, so wenig er geneigt war, die volle Berechtigung des Materialismus anzuerkennen, für das Seelenleben sowie überhaupt für das geistig soziale Gebiet nur eine Idealwelt in der Dichtung zu finden. Wenn wir uns bewußt sind, daß die Erscheinungen nur insofern unter dem Zwang eines sogenannten Kausalgesetzes stehen, als wir sie begrifflich erfassen, so werden wir bereit sein zuzugestehen, daß es auch Erscheinungen geben kann, für welche jene begriffliche Darstellung eine unzureichende sein mag. Thatsächlich offenbaren sich solche in dem innern Geistesleben, wo die Zurückführung auf festbestehende, jederzeit gleichartige Eigenschaften weder die Bedeutung der Persönlichkeit, weder den sittlichen Kampf, noch die über die Welt hinausgehende Sehnsucht des Menschen und der Menschheit erschöpfend zu erklären vermögen, wo auf Grund eines die Handlungen bestimmenden, bewußten Zweckes erst eigentlich, wenn auch in ganz anderer Weise, von Ursache und Wirkung die Rede sein muß. Hier erscheint die Individualität mit dem Bewußtsein ihrer Verantwortlichkeit.

»Erfahrung kann sich ins Unendliche erweitern, Theorie nicht in eben dem Sinne reinigen und vollkommener werden. Jener steht das Universum nach allen Richtungen offen, diese bleibt innerhalb der Grenze der menschlichen Fähigkeiten eingeschlossen[1].« Nur diese Grenze zur Erkenntnis zu bringen, ist die Aufgabe der Naturphilosophie; sie führt zu nichts, wenn sie die Thatsachen und Theorien der exakten Naturforschung voreilig in ein geschlossenes System einengen will.

Sokrates nannte die Prüfung seiner selbst und anderer, wodurch er die schimpfliche Selbsttäuschung, zu wissen, was man nicht wisse, zerstöre, sein φιλοσοφειν. Je tiefer ein Naturforscher den besonderen Aufgaben nachgeht, welche der Gang der Wissenschaft von ihm fordert, um so mehr wird er ein Diener und Freund dieser Weltweisheit. Sie verheißt ihm nicht eine fertige Lösung der Erkenntnisprobleme, sie liefert ihm keine bequemen und blendenden Schlagwörter, sie macht ihn nicht zum Lehrer des Volks über alle Dinge, sie zeigt ihm aber, wie hoch die Bedeutung jeder wissenschaftlich erkannten Thatsache für das Leben der Menschheit zu würdigen ist.

Auf diesem unerschütterlichen Boden stehen Naturforschung und Mathematik mit der Zuversicht, daß unser Wissen sich mehrt und unsere Zweifel sich mindern werden.

[1] Goethe, Maximen und Reflexionen. III.

Die Entwickelung der Pflanzenwelt Norddeutschlands seit der Eiszeit.[1]

Von

Dr. **H. Potonié.**

Wenn wir eine Betrachtung der geologisch-historischen Bedingungen der jetzigen Pflanzenverbreitung im norddeutschen Tieflande mit der Periode beginnen, während welcher jetzt noch zum Teil in Deutschland lebende Arten zweifellos bereits unser Gebiet bevölkerten, so müssen wir bis zur Diluvialzeit, Eiszeit, zurückgreifen. Daß damals überhaupt ein Pflanzenleben möglich gewesen sein wird, geht daraus hervor, daß trotz der Eisdecke, die das Land bekleidete, doch aus jener und der unmittelbar darauffolgenden Epoche fossile Pflanzenreste bekannt geworden sind[2]. So fand A. Nathorst[3] in postglazialem Thon unter Torfmooren Mecklenburgs Blattreste von Pflanzenarten, die jetzt nur noch in kälteren Gegenden anzutreffen sind, wie die Zwergbirke *(Betula nana)*, *Dryas octopetala* und verschiedene Zwergweiden (*Salix*-Arten). Es ist anzunehmen, daß in Norddeutschland zur Eiszeit freie Landstellen vorhanden gewesen sind, welche einem — im Vergleich zu früher und jetzt freilich spärlichen — Pflanzenwuchs im Sommer das Leben gestatteten. Auch das heutige eisbedeckte Grönland, welches uns die beste Vorstellung von dem damaligen Aussehen Norddeutschlands gibt, besitzt — genau wie die Wüsten — zerstreut über das tote Eisfeld Oasen mit Tieren und Pflanzen, welche, von der übrigen Lebewelt abgeschlossen, ein stilles Dasein genießen.

Die mutmaßliche Flora der (letzten) Eiszeit: die Glazialflora, wie wir sie uns vorstellen, muß in zwei Gruppen zerteilt werden.

---

[1] Der folgende Aufsatz ist eine kurze Ausführung der in meiner „Illustrierten Flora von Nord- und Mitteldeutschland mit einer Einführung in die Botanik“ (2. Aufl. Berlin 1886) gemachten Angaben über die geologisch-historischen Bedingungen der Pflanzenverbreitung (p. 22 ff.) im Gebiet der Flora [vgl. Kosmos 1885 II S. 237]; die pflanzengeographischen Artenlisten mußten jedoch hier möglichst eingeschränkt werden, weshalb in dieser Hinsicht auf die Flora des Verfassers verwiesen wird.

[2] Vergl. C. Schröter, Die Flora der Eiszeit (Zürich 1882).

[3] Lund Universitetets Årsskrifter. VII. 1870.

Einerseits sind nämlich diejenigen Arten zusammenzufassen, welche heutzutage fast ausschließlich nur noch die höheren Gebirge und den hohen Norden bewohnen, also jetzt echte boreal-(arktisch-) alpine Pflanzen sind; anderseits bilden, worauf A. Engler[1] besonders aufmerksam macht, diejenigen Gewächse eine Gemeinschaft, welche auch noch heute im norddeutschen Flachlande und in anderen gemäßigten Klimaten häufiger sind und zum Teil als Begleiter boreal-alpiner Arten auftreten, aber vor allen Dingen mehr oder minder in wesentlichen Lebenserscheinungen mit diesen übereinstimmen und also vermöge dieser Eigentümlichkeiten im stande gewesen sein müssen, auch während der Eiszeit bei uns zu leben.

Was spezieller die zur ersten Gruppe gehörigen Arten anbetrifft, so wurden diese bei dem Übergang der Eiszeit in die wärmere Zeit des Alluviums zum Rückzuge veranlaßt. Aber an vereinzelten Stellen, welche den nachdringenden Einwanderern keine zusagenden Lebensbedingungen boten, wie z. B. auf den naß-feuchten Moorflächen, welches die kältesten Stellen unseres Flachlandes sind, dort erhielt sich an einigen Punkten diese Vegetation vom Ausgange der Eiszeit noch bis auf den heutigen Tag. Wegen des eigentümlichen Baues und da sie jetzt meist selten sind, erscheinen uns diese in unseren Torfmooren hier und da anzutreffenden Arten des Nordens und der hohen Gebirge wie Fremdlinge, und man wird verführt, das gemeinsame Auftreten mehrerer von diesen Arten an demselben Standort als eine Kolonie zu bezeichnen, während doch gerade diese Gewächse, wie wir gesehen haben, von den jetzt bei uns lebenden höchst wahrscheinlich diejenigen sind, welche am längsten unsere Heimat bewohnen: es sind lebende Zeugen einer längst entschwundenen Zeit, der Eiszeit; sie stellen gleichsam ein Stück Vorwelt dar unter den Pflanzen der Gegenwart. So wächst z. B. noch heute ganz in der Nähe von Berlin auf einem Wiesenmoor bei Französisch-Buchholz eine kleine, relativ großblumige Art von Alpen-Enzian (*Gentiana verna*), deren Vorkommmen an dieser Örtlichkeit noch 1864 von P. Ascherson[2] als ein pflanzengeographisches Rätsel bezeichnet werden mußte, und auf Torfmooren, besonders der nördlichen Provinzen finden sich z. B. kleine hochnordische Zwergbirken (*Betula humilis* und *nana*), Brombeer- (*Rubus Chamaemorus*) und Weiden- (*Salix myrtilloides*) Arten.

Die typischen Arten der Eiszeit sind also heute meist nur noch auf den höchsten Gebirgen und im hohen Norden anzutreffen. Wollen wir uns ein Bild der Flora jener Zeit machen, so brauchen wir daher nur die Pflanzenwelt z. B. der Alpen und des hohen Nordens anzusehen. Die bei weitem meisten Arten dieser Erdstrecken sind mit ihren unterirdischen Teilen ausdauernd — nach A. Kerner[3] in den Alpen 96 Prozent — und zeichnen sich durch auffallend niedrigen Wuchs aus. Die Gründe dieser Erscheinung liegen darin, daß eine einjährige Art,

[1] Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt (Leipzig 1879) Bd. I, p. 156 ff.

[2] Flora der Provinz Brandenburg I, p. 426 (Berlin 1864).

[3] Die Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden p. 34 (Festschrift zu Ehren der 43. Vers. deutsch. Naturf. und Ärzte zu Innsbruck 1869).

die doch in jedem Jahre die unterirdischen Organe erst wieder ausbilden muß, von der Keimung des Samens bis zur Fruchtbildung meist mehr Zeit gebraucht als eine ausdauernde, bei welcher mit dem Beginn der Vegetationsperiode die unterirdischen Teile — oft sogar schon mit den Anlagen für Laubblätter und Blüten — bereits da sind. Die boreal-alpinen Arten müssen in kurzer Zeit zur Fruchtreife gelangen, wenn sie überhaupt Nachkommen erzeugen sollen, da während der längsten Zeit im Jahre die Kälte und die Bedeckung des Erdbodens mit Schnee und Eis, welche höhere Pflanzen niederbrechen würde, das Pflanzenwachstum hemmen. Sie erzeugen daher nur eine kurze Sproßunterlage und schreiten dann sofort zur Bildung der Blüten. Daß speziell bei den insektenblütigen Arten die Blumen — im Vergleich mit denselben Organen bei den nicht boreal-alpinen Arten — besonders lebhaft gefärbt erscheinen und außerdem (wenn auch nicht absolut, so doch verhältnismäßig) meist auffallend größer als diejenigen der übrigen Gewächse sind, hat nach C. Nägeli [1], dem allerdings H. Müller [2] widerspricht, seinen Grund darin, daß die zur Befruchtungsvermittelung notwendigen Insekten in der alpinen Region spärlicher vertreten sein sollen, weshalb die Pflanzen in der Konkurrenz miteinander ihre Aushängeschilder so augenfällig als möglich gestaltet hätten. Würde doch auch ein sorgsamer Wirt an einer spärlich besuchten Straße — namentlich wenn sich Konkurrenten in der Nähe finden — darauf achten, sein verlockendes Schild so auffallend als möglich anzubringen. — Wenn wir außer den schon genannten einige andere noch bis jetzt an passenden Örtlichkeiten, also besonders auf Torfmooren, der Ebene zurückgebliebene bekanntere boreal-alpine Arten aufführen sollen, so wären zu nennen: *Cornus suecica*, die Krähenbeere (*Empetrum nigrum*), *Eriophorum alpinum*, *Gymnadenia odoratissima*, der Sumpfporst (*Ledum palustre*), *Malaxis*, *Polygonum viviparum*, *Primula farinosa*, *Scheuchzeria palustris*, *Swertia perennis* u. s. w. Die in Rede stehenden Arten sind in unserem Gebiet im Aussterben begriffen. Eine Art, die schon genannte *Dryas octopetala*, welche heute in Deutschland nur noch an felsigen Abhängen der Alpen vorkommt und mit den Flüssen gelegentlich in die bayerische Hochebene herabgeschwemmt wird, wuchs z. B. vor noch nicht gar langer Zeit in Gesellschaft mit dem dort jetzt ebenfalls verschwundenen *Rubus Chamaemorus* auf dem Meißner in Hessen [3].

Neben den genannten spezifischen Arten der Eiszeit lebten also, wie schon angedeutet, gewiß noch viele andere, auch noch jetzt bei uns zum Teil häufigere Pflanzen. Unter diesen sind besonders solche zu erwähnen, welche früh blühen, also Frühlingspflanzen sind, und nur kurze Zeit zur Entwickelung ihrer Früchte gebrauchen: Eigenschaften, durch welche sich Pflanzen auszeichnen müssen, die in Gegenden mit kurzen Sommern wohnen. Auch in anderen Verhältnissen zeigen sie oft Übereinstimmung mit den echten boreal-alpinen Gewächsen, von denen sie

[1] Entstehung und Begriff der Naturhistorischen Art, p. 23 (München 1865).
[2] Alpenblumen, p. 545—568 (Leipzig 1881).
[3] D. J. Koch, Synopsis florae Germanicae et Helveticae: Ed. 2. I, p. 232 u. 234 (Lipsiae 1843).

sich übrigens nicht immer scharf abgrenzen lassen. Hierher mögen z. B. etwa folgende häufigere und bekanntere Arten gehören: die Schafgarbe (*Achillea Millefolium*), der Sinau (*Alchemilla vulgaris*), *Andromeda polifolia*, *Anemone*-Arten, *Arnica montana*, die Kuhblume (*Caltha palustris*), *Cardamine hirsuta* und das Schaumkraut (*C. pratensis*), *Comarum palustre*, *Corydalis*-Arten, *Dentaria*, der Sonnentau (*Drosera rotundifolia*), *Epilobium angustifolium* und *palustre*, der Schachtelhalm (*Equisetum arvense* und *variegatum*), das Wollgras (*Eriophorum polystachium* und *variegatum*), der Augentrost (*Euphrasia officinalis*), der Tannwedel (*Hippuris vulgaris*), der Marbel (*Luzula campestris* und *pilosa*), der Bitterklee (*Menyanthes trifoliata*), die gelbe Seerose (*Nuphar luteum*), *Pinguicula vulgaris*, *Pirola*-Arten, *Polygonum Bistorta*, der Steinbrech (*Saxifraga granulata*), der Siebenstern (*Trientalis europaea*), *Trollius europaeus*, die Moos-, Rausch- und Preißelbeere (*Vaccinium Oxycoccos*, *uliginosum* und *Vitis Idaea*) u. s. w.

Abweichend von der gegebenen Darstellung lag es vor kurzer Zeit noch nahe (entsprechend der früheren allgemeinen Ansicht der Geologen, nach welcher das ganze norddeutsche Tiefland zur Diluvialzeit von einem Meere bedeckt gewesen wäre), die an salzhaltigen Örtlichkeiten des Binnenlandes anzutreffenden salzliebenden Arten[1] als einen beim allmählichen Zurückweichen des Meeres an günstigen Stellen zurückgebliebenen Rest der Flora der ehemaligen Meeresküsten aufzufassen, so daß hiernach also die Salzpflanzen und nicht die Glazialpflanzen die ältesten Bewohner Norddeutschlands wären. Allein die Salzpflanzen haben gewiß erst später die in Rede stehenden Orte des Binnenlandes besetzt, indem dieselben teils von der jetzigen Küste nach Süden, teils — wie Ascherson[2] andeutet — aus dem östlichen Steppengebiet zu uns gekommen sind; denn manche dieser Salzpflanzen gehören überhaupt gar nicht zur Küstenflora, wie denn z. B. *Artemisia laciniata* und *rupestris*, *Capsella procumbens*, *Carex hordeistichos* und *secalina*, sowie *Lactuca saligna* nur im Binnenlande zu finden sind. Die vorwiegend wohl aus dem Westen später eingewanderte Küstenflora Norddeutschlands konnte natürlich erst nach dem Verschwinden der Gletschereismassen Platz greifen, und erst dann war von der Küste aus eine Besiedelung der Salzstellen des Binnenlandes möglich.

Die nun zunächst nach der Eiszeit einwandernden Arten drangen vorzugsweise über die östliche Grenze in Norddeutschland ein, und zwar zeichnen sich unter diesen die aus den südrussischen Gebieten nördlich und nordwestlich vom Schwarzen Meer, also den pontischen Gegenden besonders aus. Da die bezeichneten Länderstrecken stellenweise einen mehr oder minder ausgesprochenen Steppencharakter tragen und auch eine ganze Reihe der bei uns auftretenden Pflanzenarten von daher in ihrem Aussehen sehr an typische Steppenpflanzen erinnern, so bezeichnet

[1] Vergl. Ascherson: „Die Salzstellen der Mark Brandenburg, in ihrer Flora nachgewiesen“ (Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin, 1859.) Bd. XI, p. 90—100.

[2] In dem von Ascherson verfaßten Abschnitt über „Pflanzengeographie“ in der von Frank bearbeiteten 3. Aufl. von „Dr. Johannes Leunis' Synopsis der Pflanzenkunde“ I, p. 730 (Hannover 1883).

auch E. Loew[1] diese letzteren von unseren Arten schlechtweg als Steppenpflanzen. Die ganze Artengruppe fassen wir am besten als die der pontischen Pflanzen zusammen, entsprechend dem von A. Kerner[2] vorgeschlagenen Namen der »pontischen Provinz« für den größten Teil der heimatlichen Länderstrecken der in Rede stehenden Arten.

Wie die Arten der Alpen und des hohen Nordens zeigen auch die Pflanzen speziell des Steppengebietes eine gemeinschaftliche Tracht: sie sind mehr schlank, höher als die typischen Pflanzen der Eiszeit und besitzen schmale, oft fast borstenförmige, steife Blätter oder Blattteile, welche bei dem Eintritt größerer Trockenheit widerstandsfähiger sind, da sie durch ihre große Festigkeit und sonstige Bauart besonders gegen Verschrumpfung und gegen vollständiges Austrocknen geschützt sind. Von den boreal-alpinen Pflanzen der Eiszeit weichen sie hiernach in ihrem äußeren Ansehen so sehr ab, daß sie beim ersten Blick mit Leichtigkeit von denselben unterschieden werden können. Im Gegensatz zu den boreal-alpinen Gewächsen finden sich unter den typischen Arten der Steppen mehr einjährige als ausdauernde, da die klimatischen Verhältnisse den letzteren vom Keimen bis zur Samenreife mehr Zeit als den ersteren lassen. Nach Kerner (l. c.) kommen z. B. in den Steppen an der unteren Donau auf je 100 Pflanzenarten 56 einjährige und 44 ausdauernde. A. Grisebach[3] sagt: »Wenn auf die Vegetationszeit sogleich Schneefälle mit winterlicher Kälte folgen, würde die Erhaltung solcher[4] Gewächse, falls die Früchte zuvor nicht mehr völlig reifen konnten, unmöglich sein. In dem Steppenklima hingegen bietet der Übergang zur Dürre nach der Blütezeit für die vollkommene Ausbildung des Samens die passendsten Bedingungen.«

Von unseren pontischen Pflanzen nun, welche die geschilderten Eigentümlichkeiten mehr oder minder deutlich zeigen, ist das auffallende und schöne und deshalb zu trockenen Blumensträußen verwendete Federgras *(Stipa pennata)* wohl die bekannteste Art. Andere hierher gehörige Pflanzen sind *Adonis vernalis*, das Windröslein *(Anemone silvestris)*, *Artemisia campestris*, *Aster Linosyris*, *Betonica officinalis*, *Bromus*-Arten, die Eberwurz *(Carlina acaulis)*, der Natterkopf *(Echium vulgare)*, *Gypsophila fastigiata*, die Lärche *(Larix decidua)*, *Nonnea pulla*, die Küchenschelle *(Pulsatilla pratensis)*, das Salzkraut *(Salsola Kali)*, *Silene*-Arten, *Stipa capillata* u. s. w.

Wenn wir in Norddeutschland nach solchen pontischen Pflanzen suchen, welche in bezug auf ihre Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit und an das Klima den echten Steppenpflanzen am meisten gleichen und daher auch eine mit diesen übereinstimmende Tracht zeigen[5], so werden wir erwarten, diese am ehesten an trockenen und sandigen Stellen zu finden. Tragen wir uns nun die Standörter mit solchen Pflanzen-

[1] Über Perioden und Wege ehemaliger Pflanzenwanderungen im norddeutschen Tieflande (Linnaea XLII, Berlin 1879) p. 591 ff.
[2] Vergl. Ascherson „Pflanzengeographie" p. 799, 800.
[3] Die Vegetation der Erde, I, p. 449 (Leipzig 1872).
[4] nämlich einjähriger.
[5] Eine Liste solcher Arten gibt Loew l. c. p. 596.

kolonien in eine Karte unseres Gebietes ein, so nehmen wir bald wahr, daß sie sich — wie Loew gezeigt hat — vorwiegend an den Ufern der Weichsel angesiedelt haben und an einem Striche, der sich von der Weichsel der Bromberger Gegend nach dem Westen durch Norddeutschland hinzieht, und an anderen großen Thälern, die der vorbezeichneten Linie etwa parallel gehen. Wir können noch heute in auffallendster Weise sehen, daß diese sich von Osten nach Westen erstreckenden Thäler die Betten von alten mächtigen Ur-Strömen darstellen, welche gegen das Ende der Eiszeit die jetzigen Thäler der Weichsel, Elbe und Oder miteinander verbanden und welche die gewaltigen Wassermassen des abschmelzenden Eises nach Westen in die Nordsee führten. In diesen von Osten nach Westen sich hinziehenden Thälern bauen wir heute unsere Kanäle. Berlin liegt in dem Thale und zwar an der engsten Stelle des einen dieser Urströme, und die Ufer sind noch deutlich zu erkennen: im Süden der Kreuzberg bis zu den Wilmersdorfer Höhen, im Norden ein deutlicher Höhenzug beim Rosenthaler-, Schönhauser- und Prenzlauer Thor, in welchem Stadtviertel die Straßen, wie z. B. der Weinbergsweg, nach Norden ansteigen. Längs der noch erkennbaren Thäler also dieser Urströme finden sich die Steppenpflanzen unseres Gebietes in bedeutenderen Ansammlungen, und es erscheint aus diesem Grunde die Vermutung Loew's sehr wahrscheinlich, daß die in Rede stehenden Gewächse die Ufer dieser großen Ströme als Heerstraße bei der Einwanderung benutzt haben. — Eine ausgedehnte Kolonie von pontischen Pflanzen zwischen dem Thüringer-Wald und dem Harz im Westen und Magdeburg und der Saale im Osten, also südlich von der Gegend, in welcher A. Nehring[1] in diluvialen Schichten Reste von Steppentieren nachwies, ist jedoch möglicherweise über Böhmen eingewandert.

Es kamen dann auch aus dem Westen, den lieblichen Gefilden zwischen dem Atlantischen Ozean und dem westlichen Mittelmeer Pflanzenarten zu uns, welche im ganzen genommen wieder ein besonderes Gepräge erkennen lassen; nur erscheint uns dasselbe nicht so eigenartig wie bei den Eiszeit- und Steppengewächsen, weil die allgemeine Tracht dieser atlantischen und westmediterranen Pflanzen jetzt bei uns die herrschende ist und wir daher an dieselbe gewöhnt sind. Als vornehmlichstes Merkmal diene uns wenigstens als Gegensatz zu den meisten Steppenpflanzen die breitere, deutlich flächenartige Ausbildung der Laubblätter, wie solche Pflanzen gesegneterer Klimate überhaupt im allgemeinen besitzen. Wir nennen als hierher gehörig nur besonders bemerkenswerte Arten, die zur charakteristischen Vegetation Nordwest-Deutschlands gehören und zum Teil sogar nur bis in die rheinischen Gebirge vorgedrungen sind, nämlich eine Ahornart (*Acer Monspessulanum*), der Buchsbaum (*Buxus sempervirens*), *Calendula arvensis*, Fingerhut-Arten (*Digitalis lutea, media* und *purpurascens*), *Cicendia filiformis*, *Erica cinerea* und die Moorheide (*E. tetralix*), die Sonnenwende (*Heliotropium europaeum*), *Iberis amara* und *intermedia*, die Stechpalme (*Ilex Aquifolium*), der Gagel-

[1] Die quaternären Faunen von Thiede und Westeregeln (Archiv für Anthropologie X, p. 352—398 und XI, p. 1—24. Braunschweig 1878).

strauch (*Myrica Gale*), *Narthecium ossifragum*, die Weichselkirsche (*Prunus Mahaleb*), der Hauslauch (*Sempervivum tectorum*), der Gaspeldorn (*Ulex europaeus*) u. s. w.

Zur Jetztzeit besteht also unsere Flora aus den Resten der Vegetation aus der Eiszeit, aus pontischen und überhaupt östlichen Gewächsen, sowie atlantischen und westmediterranen Pflanzen, und hierzu kommen noch längs der Ufer der jetzigen Flüsse später eingewanderte Flußthalpflanzen und endlich die Ankömmlinge (im weitesten Sinne), welche in geschichtlicher Zeit zu uns gekommen und zum Teil noch jetzt auf der Einwanderung begriffen sind. So ist eine der häufigsten Pflanzen des östlichen Norddeutschlands, das Wucher- oder Kreuzkraut (*Senecio vernalis*), erst in den zwanziger Jahren aus Rußland zunächst in Oberschlesien und in die Provinz Preußen eingedrungen, ist aber jetzt dem Landwirt durch ihr massenhaftes Auftreten in der ganzen östlichen Hälfte unseres Gebietes so schädlich geworden, daß viele Verwaltungen sich veranlaßt sehen, jetzt alljährlich Verfügungen, die Ausrottung dieses Unkrautes betreffend, zu erlassen. Überhaupt breiten sich zuweilen gerade die später eingewanderten Gewächse, wie z. B. auch das kanadische *Erigeron canadense*, in großer Individuenzahl und sehr schnell aus; sie verdrängen dann gern die ihnen verwandten einheimischen Arten und erscheinen uns oft wie längst bei uns eingebürgert. Häufig sorgt der Mensch durch unbewußte Verschleppung von Samen, die sich in tausend Schlupfwinkeln verbergen, für eine Einführung von Ankömmlingen, und solcher Weise hat neuerdings unsere Flora manche Bereicherung, besonders an nordamerikanischen Arten erfahren; es ist in dieser Beziehung z. B. an eine jetzt leider nur zu häufige Pflanze unserer Gewässer, an die Wasserpest (*Elodea canadensis*) zu erinnern. Andere bekanntere Ankömmlinge sind ferner manche, zwar jetzt sehr verbreitete und häufige, aber dennoch erst mit der Getreidekultur eingeführte Unkräuter, wie die Kornrade (*Agrostemma Githago*), die Kornblume (*Centaurea Cyanus*), der Acker-Rittersporn (*Delphinium Consolida*), die Klatschrosen (*Papaver*-Arten) und andere; ferner gehören z. B. zu den Ankömmlingen der Stechapfel (*Datura Stramonium*) aus dem Osten und die Nachtkerze (*Oenothera biennis*) aus Nordamerika. Zuweilen wird unsere Flora noch bereichert durch verwilderte Kultur- und Zierpflanzen oder auch durch Arten aus botanischen Gärten, aus welchen z. B. *Galinsoga parviflora* (aus Mexiko und Peru) und *Impatiens parviflora* (aus Sibirien) entschlüpft sind. Schließlich sei hier noch der ursprünglich wohl mit Wolle aus Südamerika, zu uns jedoch aus dem südöstlichen Europa öfter eingeschleppten Wollklette (*Xanthium spinosum*) Erwähnung gethan.

Wie nun aber nach der Eiszeit neue Arten einwanderten, indem die früheren wenigstens zum größeren Teile verdrängt wurden, so sind die Glazialpflanzen ursprünglich ebenfalls eingewandert. Denn vor der Eiszeit, während der Tertiärzeit, war ja das Klima unseres Gebietes wärmer, fast halbtropisch, und die Flora besaß infolgedessen auch, wie die fossilen Funde zeigen, ein mehr oder minder deutliches tropisches Gepräge. Wenn wir von einigen Varietäten (z. B. *Aira Wibeliana*, *Potentilla silesiaca*, *Viola porphyrea*) absehen, die bisher nur in unserem Gebiet ge-

funden wurden und von denen deshalb angenommen werden muß, daß sie auch hier durch Variation entstanden sind, so würde daher das Resultat aus unseren Erörterungen lauten: Die jetzige Pflanzenwelt unseres Tieflandes ist als eine Mischflora zu betrachten, oder mit den Worten Grisebach's[1] als »eine Vereinigung von Gewächsen der verschiedensten Heimat«.

Knüpfen wir eine allgemeine Betrachtung an, so sehen wir: Nicht allein die Völker der Menschen drängen sich, tragen miteinander den Kampf ums Dasein aus und haben ihre Wanderungen: auch die Geschlechter der Gewächse verdrängen einander und wandern, aber es geschieht hier in Ruhe und Stille, unblutig und ohne Leidenschaft.

Mikromechanische Skizzen.

Von

K. Fuchs (Oedenburg).

(Mit 10 Holzschnitten.)

Bis vor wenigen Dezennien beschäftigte sich die theoretische Mechanik vorzugsweise mit Problemen, bei denen die Materie der Körper nicht als Summe von gesonderten Molekülen, sondern als kontinuierliche Größe angesehen wird. Erst ziemlich spät gelang es den Physikern, Theoreme für die Wirkungen von Molekül zu Molekül zu finden, welche sich für die Erklärung von wichtigeren Erscheinungen brauchbar erwiesen. Sofort bemächtigte sich die theoretische Mechanik dieser Theorien, unterwarf sie der Rechnung, und bald waren die mechanische Gastheorie, die mechanische Wärmetheorie etc. in ihren Grundzügen fertig. Man könnte die Theorie der kontinuierlichen Massen Makromechanik, die der Molekularwirkungen aber Mikromechanik nennen.

Einer der ersten Zweige der Molekulartheorie, der eingehend durchgerechnet wurde, war die Theorie der Kapillarität. Hierbei hatten aber die betreffenden Fachmänner in erster Linie Erscheinungen im Auge, bei denen die Kapillaritätswirkungen mit Wirkungen der Gravitation kombiniert erscheinen, wie z. B. das Aufsteigen von Flüssigkeiten in engen Röhren oder das Aufsteigen des Wassers am Rande eines Glasgefäßes. Als später die Naturhistoriker daran gingen, auf neuen Grundlagen eine Theorie der Organismen aufzubauen, erhofften sie von jenen Berechnungen Hilfe bei der Erklärung von physiologischen Erscheinungen, welche augenscheinlich auf Molekularkräfte zurückzuführen sind. Man hoffte

[1] l. c. I, p. 233.

vergebens — aus dem einfachen Grunde, weil obige Berechnungen sich auf ganz andere Erscheinungen bezogen, als in der Lebewelt vorkommen.

Die vorliegende Arbeit will ein kleiner Schritt zur Hebung dieses Übelstandes sein. Sie will die zwei wichtigsten Erscheinungen vor Augen führen, die eintreten können, wenn zwei weiche Körper (oder Flüssigkeiten), wie sie bei den Lebewesen vorkommen, einander berühren; diese Fundamentalerscheinungen sind die Kontraktion und die Expansion der Berührungsschichten. Beide Erscheinungen werden in der Kapillartheorie, wie sie heute allgemein bekannt ist, ziemlich außer acht gelassen. Beide haben auch mit Haarröhrchen nichts zu thun, und darum wurde der Name »Mikromechanische Skizzen« statt »Skizzen aus der Kapillaritätstheorie« gewählt. Da eine fachgemäße Entwickelung dieser Theoreme hier nicht am Platze wäre, muß ihre Entwickelung mit äußerster Vorsicht erfolgen, und es möge manche Wiederholung durch die Schwierigkeit erklärt werden, in der Sprache des Naturhistorikers auszudrücken, was in der Sprache des Mathematikers abgefaßt worden ist. Es sollen die Theoreme schrittweise an einer Reihe von Beispielen erläutert werden. Die außerordentliche Tragweite der Theorie der Grenzschichten zeigt sich darin, daß sie gestattet, unter andern die folgenden höchst divergenten Fragen klar und eingehend zu beantworten.

1) Lassen sich die gespannten Fäden, die das Protoplasma bei seiner Zirkulation in Zellen bildet, durch die Molekularkräfte in gewöhnlichem Sinne erklären?

2) Ist es notwendig, in der Muskelsubstanz die besondere Eigenschaft der Kontraktilität vorauszusetzen, oder ist die Kontraktilität möglicherweise nur eine besondere Äußerungsform der gemeinen Molekularattraktionen?

3) Ist das Fressen der Amöben ein Willensakt?

4) Ist es nötig, den kriechenden Plasmodien der Myxomyceten besondere Organisation oder besondere Kräfte zuzuschreiben?

5) Muß man in den Rhizopodien der Rhizopoden Organisation voraussetzen?

6) Ist es möglich, daß die Diatomeen auch ohne Bewegungsorgane sich progressiv bewegen?

7) Wo liegt bei der Zirkulation des Protoplasmas in Pflanzenzellen die bewegende Kraft?

8) Brauchen die Cilien Bewegungsmittel (Muskeln etc.), um schwingen zu können?

Eine einfache, kurze Theorie, deren Tragweite so weit reicht, daß sie so bedeutende, so heterogene Fragen zu beantworten vermag, verdient wohl Beachtung, und es hatten diejenigen wohl vollkommen recht, die zur Erklärung organischer Prozesse instinktiv zur Kapillarität griffen. Es ist zu hoffen, daß die Mikromechanik, wenn sie mit Rücksicht auf die Verhältnisse der Lebewelt ausgebaut sein wird, sich als Schlüssel an Orten bewähren wird, wo wir es heute kaum für möglich hielten.

Um etwaigen Skrupeln zu begegnen, die vielleicht auftauchen könnten, wenn der Gedankengang hier oder dort nicht von zwingender Beweiskraft sein sollte, sei schon hier bemerkt, daß die entwickelten Theoreme

aufs eingehendste und nach verschiedenen Methoden durchgerechnet worden sind und sich als in sich widerspruchsfrei und korrekt erwiesen haben.

1.

Wenn man die Strömungen des Protoplasmas in Zellen beobachtet, findet man wohl alles, was man da sieht, schwer erklärlich. Vielleicht setzt aber kein Detail so sehr in Erstaunen wie die stramm gespannten, von der Wand quer durch den Zellenraum zum Kern oder umgekehrt drängenden Protoplasmaseile. Ihre Existenz scheint den üblichen Vorstellungen von der Kapillarität Hohn zu sprechen. Die übliche Vorstellung kennt nämlich nur einen Druck, den die Oberfläche auf das Innere ausübt; ein solcher Druck aber, der allseits senkrecht auf die Oberfläche des Fadens ausgeübt wird, gibt einerseits absolut keinen Anhaltspunkt zur Erklärung der Längsspannung oder Kontraktionstendenz des Fadens, anderseits führt er augenscheinlich zu der Konsequenz, daß er die axialen Teile des Fadens an den beiden Enden auspreßt, den Faden verdünnt und schließlich verschwinden macht, und läßt es ganz rätselhaft, daß der Faden durch das (zum mindesten scheinbare) Ausfließen des Protoplasmas am einen Ende nicht nur nicht dünner wird, sondern sogar durch Zufluß vom andern Ende her sich wieder ergänzt und füllt.

Man darf aus diesem Versagen weder ohne weiteres auf die Falschheit der Theorie noch auf die Unerklärbarkeit der Fadenbildung schließen. Es wäre dies ebenso übereilt, als wollte man erst die Galvanoplastik durch eine acceptierte Theorie der Induktion erklären, weil beides Erscheinungen der Elektrizität sind, und hintendrein die Theorie der Induktion für falsch oder die Galvanoplastik für unerklärbar halten, weil jene Theorie diese Erscheinungen nicht erklärt. Die Schöpfer der Kapillartheorie wollten eben nicht das Fadenziehen der Flüssigkeiten, sondern in erster Linie die Krümmungen der Oberfläche der Flüssigkeiten in Haarröhrchen und an den Gefäßwänden erklären. Das Fadenziehen muß für sich behandelt werden, gerade so wie die Galvanoplastik und Elektrolyse. Zum Glück wird es sich zeigen, daß das Fadenbilden sich sehr einfach von ganz denselben Molekularkräften ableiten läßt, die von Laplace, Poisson etc. in der Kapillaritätstheorie vorausgesetzt worden sind.

Der Sinn der nebenstehenden absonderlichen Zeichnung ist folgender. Ein Protoplasmafaden besteht aus Molekülen, und diese sind als Kreise gezeichnet. Die Moleküle ziehen einander an, sofern die Entfernung nicht eine gewisse Maximalentfernung r überschreitet. Diese Anziehungen von je zwei Molekülen lassen sich durch gespannte Schnürchen von Kautschuk symbolisieren, die man sich zwischen den Molekülen gespannt denkt. Einige solche Schnürchen sind durch punktierte Striche angedeutet. Was der Erfolg dieser Anordnung sein wird, ist unschwer vorauszusagen. Offenbar wird

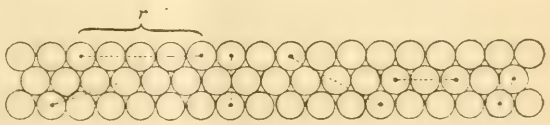


Fig. 1.

der Faden zusammenschnurren, als wäre er selbst ein Kautschukfaden. Er wird kürzer und dicker werden, wenn man ihn sich selbst überläßt. Wenn man ihn aber an beiden Enden befestigt, wird er wie eine Kautschukschnur die Enden gegeneinander zu ziehen trachten und eine geradlinige Form, die Form der geringsten Länge annehmen.

Fig. 2.

Dieser Grundgedanke ist wohl sehr einfach und wohl auch einleuchtend. Bei strengerer mathematisch gefärbter Untersuchung stößt man aber auf Skrupel, denen begegnet werden soll.

Zunächst stößt das Bedenken auf, daß ja augenscheinlich nach dieser Theorie auch ein dicker Wasserblock zwischen zwei Wänden dieselben ebenso mit ungeheurer Kraft gegeneinander ziehen müßte, was doch offenbar nicht der Fall ist.

Dieser Einwand gibt Gelegenheit, dem mathematischen Grundgedanken näher zu kommen. (Im folgenden Abschnitt soll er noch weiter entwickelt werden.) Wenn in einem Wasserblock zwischen den Molekülen nur in senkrechter Richtung Anziehungen vorhanden wären, dann würden ohne Zweifel die Endplatten sehr stark gegeneinander gezogen und der Wasserblock würde wie ein kurzer dicker Muskel wirken, der sich kontrahiert. Man muß indes bedenken, daß der Block sich nicht verkürzen kann, ohne entsprechend sich zu verbreitern, zu verdicken, da er ja als Wasserblock sein Volumen nicht ändern kann. Eine solche Verdickung hätte wohl keinen Anstand, wenn kein Hindernis vorhanden wäre. Nun ist aber ein solches in der Praxis vorhanden. Es wirken nämlich thatsächlich in horizontaler Richtung, in der Richtung rechts-links und in der Richtung vorne-hinten genau so viel und genau so starke Anziehungskräfte zwischen den Molekülen wie in vertikaler Richtung. Diese horizontalen Kräfte für sich wollen den Block seitlich zusammenschieben, dünner machen, wodurch er natürlich sich vertikal strecken müßte. Diese horizontalen Kräfte machen jede Verbreiterung des Blockes unmöglich, weil sie den vertikalen Kräften genau das Gleichgewicht halten. Die Verkürzung des Blockes muß also unterbleiben. In der Terminologie der Mechanik müßte man sagen: Wie viel Arbeit die vertikalen Kräfte durch das Verkürzen des Blockes leisten, so viel Arbeit würde beim Verbreitern durch die Überwindung der horizontalen Kräfte verbraucht; folglich unterbleibt jede Bewegung.

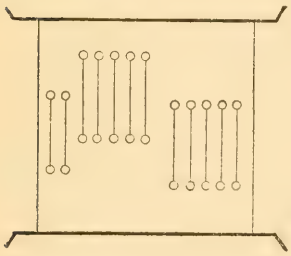


Fig. 3.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn der Block lang und so dünn ist, daß ein Molekül des Innern noch über die Dicke des Fadens hinaus wirken kann. Dann wird jedes beliebige Molekül, z. B. m in horizontaler Richtung nach rechts und links, nach vorne und hinten

wohl mehrfache Anziehungen ausüben, die das Verbreitern und Verkürzen des Fadens hindern könnten. Ebensoviel Attraktionen übt das Molekül aber auch innerhalb der kleineren Kugelschale, die gänzlich innerhalb des Wasserfadens fällt, nach oben und unten aus. Die Kräfte innerhalb der kleinen Kugel halten also einander gegenseitig im Gleichgewicht. Indes übt das Molekül *m* nach oben und unten noch eine Menge Attraktionen auf weit größere Entfernungen aus (auf die Fadenstücke *e a b f* und *c f d c*), welche durch keine horizontalen Kräfte aufgehoben werden, weil in diesen größeren Enfernungen rechts und links und vorn und hinten wegen der Dünnheit des Fadens sich keine Moleküle befinden, die von *m* angezogen werden könnten.

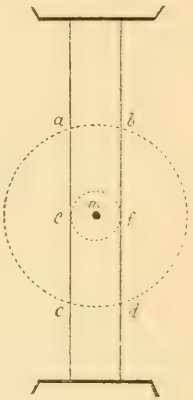


Fig. 4.

Gegen die verkürzenden (und somit verdickenden) Kräfte sind viel zu wenig gegenwirkende horizontale Kräfte vorhanden; die durch die ersteren bei Kontraktion verrichtete Arbeit wird daher bei Überwindung der letzteren nicht aufgehoben, es wird somit thatsächlich positive Arbeit geleistet und die Kontraktion erfolgt wirklich (sofern die Endplatten überhaupt der Spannung nachgeben). Es erscheint somit klar gemacht, daß die kontrahierende Spannung, die Kontraktionstendenz, im Faden wirklich vorhanden ist, ähnlich wie in einem gespannten Kautschukfaden.

Ein zweites Bedenken ist das folgende. Man könnte sagen: »Jedes Molekül des senkrecht gedachten Fadens wird offenbar nach oben und unten von gleich starken und von gleich vielen Kräften gezogen. Diese heben sich aber offenbar auf; folglich wird im Faden kein Streben nach Kontraktion bestehen können.« Um die Irrtümlichkeit dieses Gedankenganges einzusehen, denke man sich zwischen zwei Endstücken *s* in gleichen Abständen Kügelchen, die den Molekülen entsprechen, und in jedem Intervall eine elastische Schnur gespannt. Alle Schnüre sind gleich gespannt. Dann wirken doch auch auf jede Kugel zwei gleiche und entgegengesetzte Kräfte, die einander aufheben, und doch wird wohl niemand leugnen, daß die Kette gespannt ist, daß sie die Endstücke gegeneinander zieht und daß sie, falls sie zur Seite gezogen wird, vermöge ihrer Spannung wieder in die gerade Linie zurückfedern wird. Ganz ähnlich verhält es sich aber mit dem Faden.

Fig. 5.

Wir wollen die Gelegenheit nicht versäumen, sogleich auch das Gegenteil des sehr langen und sehr dünnen Blockes (denn das ist ja der Faden), nämlich den sehr kurzen und sehr dünnen Block in Rechnung zu ziehen, und das ist eine dünne horizontale Wasserlamelle. Wir sehen an der Zeichnung, daß bei einem beliebigen Moleküle *m* die wenigen vertikalen Kräfte durch die entsprechenden horizontalen Kräfte wohl im Gleichgewicht gehalten werden. Überdies sind aber noch viele horizontale Kräfte vorhanden, die auf ent-

ferntere Moleküle der Lamelle wirken, und für diese gibt es keine vertikalen Kompensationen. Die horizontalen Kräfte haben also das Übergewicht über die vertikalen und die Lamelle wird sich nicht verdünnen (verkürzen), sondern im Gegenteile in horizontaler Richtung zusammenlaufen und dabei dicker (höher) werden, wenn ihr Rand nicht zufällig irgendwie festgehalten wird.

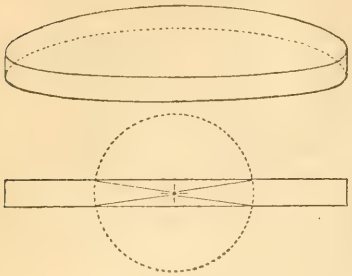


Fig. 6.

Gleichwie also ein dünner Flüssigkeitsfaden sich zu sich selbst parallel kontrahieren will, so will sich auch eine dünne Flüssigkeitslamelle zu sich selbst parallel kontrahieren.

Solche Flüssigkeitslamellen sind nicht selten. Wer öfters mit Fläschchen zu manipulieren hat, kennt die dünnen Häutchen, die öfters den Hals des Gefässes absperren. Wenn man einen Drahtring von wenig Centimeter Durchmesser horizontal aus dem Wasser zieht, bleibt in ihm eine Wasserhaut wie ein Trommelfell gespannt zurück, und wie stark das Kontraktionsbestreben derselben ist, ersieht man daraus, wie sie vibriert und federt, wenn in ihrer Mitte ein Tropfen hängt, und wie sie denselben abschleudern kann, um sich gleich darauf wieder völlig horizontal zu spannen.

Wir wollen noch einen letzten Schritt machen, der gleichsam als Einleitung für den folgenden Abschnitt von Nutzen sein wird: es wird sich sofort zeigen, daß jede freie Flüssigkeitsoberfläche, wie z. B. ein offener Wasserspiegel oder die Oberfläche eines Tropfens, immer ebenso gespannt ist wie eine dünne Lamelle. Das ergibt sich einfach aus folgender Betrachtung.

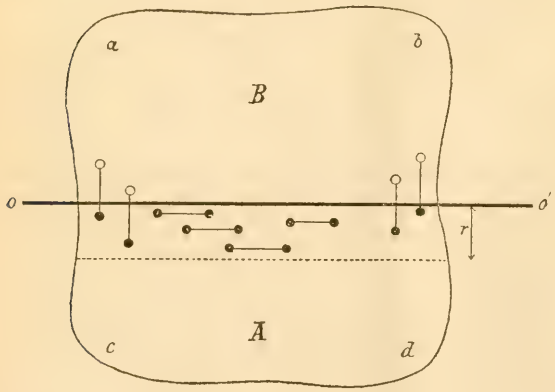


Fig. 7.

Es sei wieder ein Wasserblock gegeben $a\,b\,c\,d$. In jedem Punkte werden also nach jeder Richtung, nach rechts-links, nach vorne-hinten, nach oben-unten, gleich viel Attraktionen vorhanden sein, und es ist oben entwickelt worden, daß dieselben einander genau im Gleichgewichte halten. Denken wir uns nun, daß durch einen horizontalen Schnitt $o\,o'$ der Block entzwei geschnitten und der obere Teil abgehoben wird. Dann sind aber offenbar im Niveau des Schnittes

alle vertikalen Anziehungen gleichsam abgeschnitten; in der oberen Region des untern Blockes (zwischen dem Schnitte und der punktierten Linie) verschwinden eine Menge (zunächst dem Schnitte fast alle) vertikalen Kräfte, weil die oberen Moleküle, welche von unten her angezogen werden sollen, entfernt worden sind. (Das Fehlen der oberen Moleküle ist dadurch angedeutet, daß sie als Kreise gezeichnet sind.) Diese durch den Schnitt bloßgelegte neue Oberflächenschicht hat daher viel zu wenig vertikale Kräfte, um den durch den Schnitt nicht alterierten horizontalen Kräften das Gleichgewicht zu halten, und die natürliche Folge ist, daß die Oberflächenhaut gespannt ist wie eine freie Lamelle oder wie eine ausgezogene, gespannte Kautschukhaut. Sie will sich zusammenziehen, verkleinern, wo möglich ganz flach werden.

Es muß auffallen, daß hier die Existenz einer tangentialen Oberflächenspannung dargelegt worden ist, während doch bekanntlich die Schule gewöhnlich einen radialen Oberflächendruck annimmt. Nun hat aber die Spannungstheorie den Vorzug, daß sie alle Gesetze, welche die Drucktheorie liefert, ebenfalls gibt, während keineswegs umgekehrt die Drucktheorie alle Erscheinungen zu erklären vermag, die durch die Spannungstheorie erklärt werden. Die Protoplasmafäden sind sofort ein Beispiel. Die Spannungstheorie ist entwickelt worden, weil, soweit ich zu blicken vermag, sie dem Naturforscher ungleich mehr Erscheinungen begreiflich macht als die Drucktheorie.

Da die Oberflächenspannung die Basis unserer künftigen Erörterungen ist, wollen wir noch einen Weg betrachten, der uns darauf führen soll, daß eine Oberflächenspannung vorhanden sein müsse.

Der Gedankengang ist folgender. Fig. 8 zeigt wieder unseren Wasserblock, der durch den Schnitt $o\,o'$ in die Teile A und B zerlegt gedacht ist. Es sind vier Moleküle des A gezeichnet und die punktierten Kreise um dieselben vom Radius r geben an, bis in welche Entfernung ihre Anziehungskraft reicht. Da ein Molekül alle Wasserteilchen, die innerhalb seiner Attraktionssphäre liegen, mit einer gewissen Kraft anzieht, so ist klar, daß auch eine gewisse Kraft dazu gehört, dem Moleküle etwas von seinem Sättigungswasser (d. h. von dem Wasser, das innerhalb seiner Attraktionssphäre liegt und es gleichsam sättigt) zu entreißen, und daß wir durch dieses Herausreißen von Wasserteilchen aus der Sphäre Arbeit leisten.

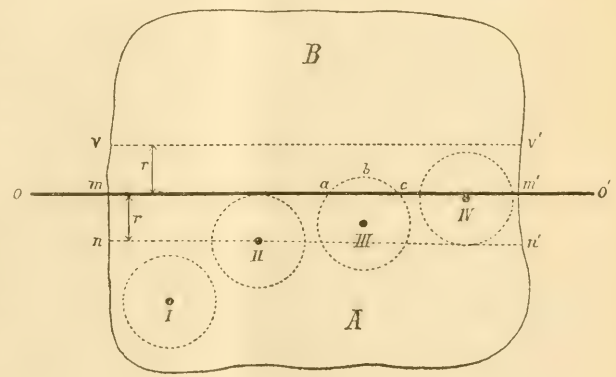


Fig. 8.

Betrachten wir nun unsere vier Moleküle. Das Molekül I, das im

Innern von A liegt, ist gesättigt, d. h. seine ganze Sphäre ist mit Wasser gefüllt. Dasselbe gilt wohl auch von II, III und IV, nur daß bei III und IV, deren Entfernung von $o\,o'$ kleiner ist als die Wirkungsweite r der Anziehungskraft, ein Teil des Sättigungswassers bereits in B liegt. Wenn wir nun B abheben, dann entreißen wir den Molekülen III und IV jene Teile des Sättigungswassers, die in B zu liegen kommen, und einen solchen Verlust an Sättigungswasser erleiden alle Moleküle des A, die zwischen $o\,o'$ und $u\,u'$, die also in der sogenannten Oberflächenhaut liegen, weil bei ihnen allen ein Teil der Attraktionssphäre in B zu liegen kommt. Die Arbeit, die durch dieses Entreißen geleistet wird, ist nichts neues; es ist nichts anderes als die Überwindung der Kohäsion gelegentlich des Abhebens des B.

Wir sind jetzt in Gefahr, etwas zu übersehen. Was wir nämlich soeben von A gesagt haben, läßt sich genau auch von B sagen. Die Moleküle des B, die zwischen $o\,o'$ und $v\,v'$ liegen, greifen mit ihren Sphären nach A hinüber und sind also teilweise durch das Wasser des A gesättigt. Wenn wir also A und B von einander trennen, und der Querschnitt $m\,m'$ ist 1 cm^2 (Quadratcentimeter), dann haben wir 2 cm^2 Oberflächenhaut gebildet, nämlich einen an A und einen an B, und den Molekülen beider Häute haben wir einen Teil ihres Sättigungswassers entrissen; wir haben also 2 cm^2 ungesättigter Oberflächenhaut erzeugt. Zur Bildung von 1 cm^2 Oberfläche wäre also nicht die ganze Arbeit, die wir beim Zerreißen des Wassers angewendet haben, notwendig, sondern nur deren Hälfte. Die Arbeit, welche wir leisten müssen, um 1 cm^2 Wasseroberfläche zu bilden, wollen wir mit dem Buchstaben a bezeichnen; um einen Riß von 1 cm^2 zu erzeugen, müssen wir also die Arbeit $2a$ leisten.

Gehen wir nun auf einen andern Punkt über. Denken wir uns einen kleinen Trog von 1 cm Breite und einigen Centimetern Länge. Während die eine Schmalwand S fest ist, wird die andere Schmalwand durch einen Schirm W von 1 cm Breite gebildet, und in dem durch die Schmalwände bestimmten Raum befindet sich der Wasserspiegel $a\,b\,c\,d$. Wenn man den Schirm S um 1 cm nach rechts verschiebt, dann vergrößert sich offenbar der Wasserspiegel um 1 cm^2. Wir stehen nun an der Schwelle eines Hauptgedankens und wollen denselben durch ein Bild einleiten. Ein Ingenieur soll uns vor eine Maschine, ein Räder- und Hebelwerk führen und erklären, daß wir eine Last von 1 Zentner 1 dm hoch heben, wenn wir einen gewissen Riemen um 1 m herausziehen. Niemand, der je mit Maschinen zu thun gehabt, wird dann erwarten, daß das Herausziehen des Riemens ohne alle Anstrengung erfolgen könne, denn wie soll eine Last gehoben, wie soll eine Arbeit geleistet werden, wenn keine Kraft angewendet wird? Man errät sogar sofort, daß man mit der Kraft von einem Zehntelzentner wird ziehen müssen, da es ja dieselbe Arbeit repräsentiert, wenn wir einen Zentner 1 dm hoch oder

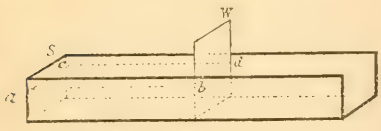


Fig. 9.

einen Zehntelzentner 10 dm hoch heben. Einen ganz ähnlichen Fall haben wir aber vor uns, wenn wir durch Verschiebung des 1 cm breiten Schirmes um 1 cm 1 cm^2 Wasserfläche gebildet haben. Die Wassermoleküle, die den neuen cm^2 Oberflächenhaut bilden, sind offenbar nicht gesättigt, weil ja ihre Attraktionssphären, wie oben dargestellt worden, sämtlich teilweise in die leere Luft oberhalb der Wasseroberfläche hinausragen. Ebenso offenbar ist es aber, daß dieselben Moleküle, die jetzt, ungesättigt, die Oberflächenhaut bilden, vor der Schirmverschiebung nicht in der Oberflächenhaut, sondern im Innern der Flüssigkeit sich befunden haben, also gesättigt waren. Durch die Schirmverschiebung ist also Arbeit geleistet worden, nämlich »Entsättigung« der neuen Oberflächenmoleküle. Für den Physiker ergibt sich hieraus die logische Konsequenz, daß eine Schirmverschiebung ohne Anstrengung ebenso unmöglich ist wie oben das Riemenziehen ohne Anstrengung, da weder hier noch dort die Verrichtung einer Arbeit ohne Anwendung von Kraft denkbar ist. Wenn aber bei der Verschiebung des Schirmes Kraft angewendet werden muß, so heißt das nichts anderes, als daß die Wasseroberfläche gespannt ist und sich zu kontrahieren trachtet und daß diese Spannung bei der Schirmverschiebung überwunden werden muß.

Wir haben oben die Arbeit, die bei der Entsättigung von 1 cm^2 Wasseroberfläche durch Zerreißen des Wassers geleistet wird, mit a bezeichnet. Genau dieselbe Entsättigungsarbeit haben wir aber soeben durch Schirmverschiebung um 1 cm geleistet (wobei uns allerdings das Spiel der einzelnen Molekularattraktionen ganz rätselhaft bleibt). Da aber Arbeit in der Mechanik das Produkt von Weg und Kraft ist, der Weg aber bei der Schirmverschiebung 1 cm ist, so muß offenbar die Kraft, mit der die Wasseroberfläche den 1 cm breiten Schirm zurückzuziehen strebt, auch durch die Zahl a ausgedrückt werden. Es bedeutet also a auch die Spannung der Oberfläche per Centimeter des Randes. Nach unserer Theorie wäre also die Oberflächenspannung der Kohäsion der Flüssigkeit geradezu proportional (wenn wir nämlich molekulare Strukturänderungen außer acht lassen).

Bei der Betrachtung von Protoplasmamassen, also auch bei der Betrachtung der inredestehenden Strömungen, fällt es auf, daß die eingebetteten Körner die Oberfläche fliehen und dieselbe infolgedessen hyalin erscheint. Für diese Erscheinung läßt sich eine Auffassung geben, die gleichzeitig unsere Theorien über die Struktur der Oberflächenhaut lebhaft illustriert. Denken wir uns in Fig. 8 den Block B ganz weg. Die Zeichnung zeigt dann ein Stück einer äußeren Partie einer Flüssigkeit oder Protoplasmamasse A. Es sind in derselben vier Körnchen I, II, III und IV gezeichnet und um jedes derselben ein Kreis, der angibt, bis in welche Entfernung die Anziehungskraft wirkt, die das Körnchen auf das Protoplasma ausübt, resp. von demselben erleiden muß. I wird offenbar nach allen Seiten gleich stark gezogen; die Kräfte neutralisieren einander, und I wird offenbar indifferent ruhen. III sieht mit einem Teile seiner Attraktionssphäre über die Oberfläche hinaus. Das hat aber sofort zur Folge, daß der Zug nach unten, den III durch das Protoplasma

erleidet, größer sein muß, als der Zug nach oben; denn nur wenn der Kugelabschnitt *a b c* auch mit Protoplasma gefüllt wäre, würden beide Züge einander aufheben. Der Zug nach oben ist um den Zug vermindert, den der Kugelabschnitt *a b c* ausüben würde, wenn er mit Protoplasma gefüllt wäre. Ebensogroß ist also das Übergewicht des nach unten wirkenden Zuges; mit eben dieser Intensität wird somit das Körnchen III effektiv nach unten gezogen. Wir sehen, daß bei IV ein noch größerer Teil des Protoplasmas oben fehlt, daß also das Übergewicht des nach unten ausgeübten Zuges noch weit größer ist als bei III, daß es demnach effektiv noch stärker als III aus der Oberflächenhaut nach dem Innern gezogen wird. Es ist also klar, daß ein Molekül oder ein Körnchen, das aus dem Innern gegen die Oberfläche vordringen will, von dem Augenblicke an, wo seine Anziehungskraft über die Oberfläche hinausreicht, nur mit Überwindung einer stetig wachsenden, es nach dem Innern zurückdrängenden Kraft vordringen kann, daß also wirklich Arbeit geleistet werden muß, wenn die Oberfläche vergrößert, ihr also neue Teile aus dem Innern eingefügt werden sollen.

Wir würden indes einen großen Fehler begehen, wenn wir voraussetzen wollten, daß die Körnchen dem zentripetalen Zuge unbedingt folgen werden. Es werden nämlich nicht nur die Körnchen, sondern es wird auch jedes einzelne Protoplasmamolekül nach innen gezogen. Gerade so, wie nicht nur ein Fisch, sondern auch jedes einzelne Molekül des Wassers, in dem es schwimmt, nach dem Zentrum der Erde, so werden nicht nur die Körnchen, sondern auch das Protoplasma, in dem sie eingebettet sind, nach dem Innern der Flüssigkeit gezogen. Wir müssen daher auf unser Korn das archimedische Prinzip anwenden; dieses lautet aber in unserem Falle:

1. Wenn das Korn von dem Protoplasma ebenso stark angezogen wird wie die verdrängte Protoplasmamenge, dann bleibt das Korn im Medium indifferent suspendiert.

2. Wenn das Korn von dem Protoplasma stärker angezogen wird als die verdrängte Protoplasmamenge, dann wird das Korn effektiv untergehen, d. h. in das Innere gezogen.

3. Wenn das Korn vom Protoplasma schwächer angezogen wird als die verdrängte Protoplasmamenge, dann wird das Korn effektiv emporsteigen und schwimmen, d. h. es wird ausgestoßen.

Der Effekt hängt also davon ab, ob das Korn ebenso stark, stärker oder schwächer angezogen wird als ein gleiches Volumen des Mediums selber. Von unseren drei Sätzen überrascht der erste vielleicht wenig; der zweite ist geeignet, als Erklärung der oben erwähnten klaren Oberhaut des Protoplasmas angesehen zu werden; der dritte ist aber wohl der überraschendste, denn er sagt mit anderen Worten: Bei geringer Anziehung der Körnchen wirkt die Oberflächenhaut als Ausscheidungsorgan. (Analog kann man den zweiten Satz auch so aussprechen: Bei starker Anziehung der Körner wirkt die Oberflächenhaut als aufsaugendes Organ, indem sie nämlich äußere Körner, die in ihre Nähe gelangen, anzieht und in das Innere der Flüssigkeit drängt, wo die dergestalt gleichsam abgefangenen Körner dann sich stauen.)

Was soeben über die Einsaugung und Ausscheidung von Körnern gesagt worden ist, gilt aber auch für kleinste Körnchen, also auch für Moleküle. Den in der Physiologie so wichtigen ausscheidenden weichen Häuten brauchen wir also nicht notwendigerweise eine besondere ausscheidende Kraft zuzuschreiben. Die Ausscheidung von Stoffen können wir als eine Wirkung der Oberflächenhaut auffassen, welche durch die altbekannte Molekularattraktion bewirkt wird.

Schließlich sei noch die rückgreifende Bemerkung gemacht, daß die Rechnung zu dem Satze führt, daß ein Flüssigkeitsfaden auch dann longitudinale Spannung zeigt, wenn sein Querschnitt nicht gerade kleiner ist als der Querschnitt der Attraktionssphäre der Moleküle.

2.

Die Kontraktion der Muskeln ist eine Erscheinung, die auch heute noch als Problem hingestellt werden muß. Die Erscheinung besteht in folgendem: Ein Muskel setzt sich aus Längsfasern zusammen, die selber, soweit das Mikroskop sie zu zerfällen vermag, aus unzähligen, äußerst kleinen, regelmäßig geordneten Prismen von eiweißartiger Substanz bestehen. Das Auge des Mikroskopikers wäre nicht in der Lage, die einzelnen Prismen von einander zu unterscheiden, wenn zwischen ihnen sich nicht Lamellen von etwas differenter Beschaffenheit befänden, wodurch erst Nüancen in der Lichtführung möglich werden. Diese Prismen sind mit Nährstoffen durchtränkt, die dem Blute entstammen. Im Ruhezustande nun nehmen die Prismen diese Stoffe in so minimalem Maße in Anspruch, daß die unthätigen Muskeln an organischer Masse geradezu abnehmen, weil nicht einmal der langsame Verlust durch Stoffwechsel ersetzt wird. In dem Augenblicke jedoch, in welchem Nervenreiz eintritt, treten gleichzeitig zwei völlig heterogene Erscheinungen auf. Es tritt das Eiweiß der Prismen mit den durchtränkenden Stoffen in sehr energische Wechselwirkungen, bei denen der wichtigste Faktor die Oxydation von Kohle ist. Gleichzeitig mit diesem chemischen Prozesse ändern die Prismen ihre Form, indem sie mit Kraft sich verkürzen und verdicken.

Das Rätsel liegt nun in der Frage: Wie hängen diese zwei Erscheinungen zusammen? Wo haben die Kräfte, welche die Formänderung bewirken, ihren Ursprung, ihren Sitz und ihren Angriffspunkt?

Die folgenden Entwickelungen sollen zeigen, daß es möglich ist, die Kontraktion aus den Gesetzen der Kapillarwirkungen zu erklären und hierbei als wirkende Kräfte die durch chemische Prozesse modifizierten Molekularattraktionen anzusehen. Zunächst soll gezeigt werden, daß wir in Gedanken ein muskelähnliches Gebilde aus toten Substanzen bauen können, das lediglich infolge der Oberflächenspannung sich ganz wie ein Muskel einseitig kontrahiert.

a. Denken wir uns einen Würfel aus einer kautschukähnlichen, d. h. sehr kohärenten, elastischen und sehr plastischen Substanz, von der wir voraussetzen dürfen, daß sie eben infolge ihrer großen Plastizität an ihrer Oberfläche dieselbe Spannung zeigt wie eine Flüssigkeit, welche Spannung wir der ungleich höheren Kohäsion wegen als ungleich stärker voraussetzen dürfen als beim Wasser. In diesem Blocke sollen sich in

regelmäßiger Anordnung in Schichten und Reihen Kubikcentimeter von Wasser eingebettet befinden.

Wenn wir zunächst voraussetzen, daß die Kohäsion des Wassers, die Kohäsion des Kautschuks und die Adhäsion zwischen Wasser und Kautschuk, kurz alle Molekularkräfte in unserem Gebilde gleich sind, dann sind die Kräfte in unserem Gebilde gerade so homogen verteilt wie im Innern einer beliebigen Wassermasse, und wie das Innere einer Wassermasse, so wird auch das Innere unseres Würfels keinerlei Tendenz zeigen, sich zu transformieren.

Wir machen nun einen Schritt vorwärts und setzen voraus, daß die Adhäsion zwischen Wasser und Kautschuk vollkommen verschwindet, was sofort zur Folge hat, daß die Wasserwürfel sich so verhalten werden, als befänden sie sich nicht in Kautschuk eingebettet, sondern frei in leerem Raume, während die Wände der würfelförmigen Höhlen im Kautschuk sich ebenfalls so verhalten werden, als wären sie leer und nicht mit Wasser gefüllt. Es übt eben keiner der beiden Körper auf den anderen eine Wirkung aus. Sämtliche Flächen werden sich also so verhalten, als wenn sie freie Oberflächen wären, d. h. sie werden Oberflächenspannung zeigen.

Betrachten wir nun die sechs Flächen eines Wasserwürfels. Die obere Würfelfläche, indem sie sich zu kontrahieren strebt, zieht ihre rechte und linke Seite gegeneinander, und ebenso trachtet sie, ihre vordere und hintere Seite einander zu nähern; mit anderen Worten können wir sagen, daß sie einen rechts-links-Zug und einen vorne-hinten-Zug ausübt; und dasselbe thut die untere Fläche. Es ist klar, daß in ganz ähnlicher Weise die vordere und hintere Fläche je einen rechts-links-Zug und einen oben-unten-Zug ausübt, während die rechte und linke Seite je einen vorne-hinten-Zug und einen oben-unten-Zug bewirkt. Wir haben also Zugkräfte in den drei Hauptrichtungen oben-unten, vorne-hinten und rechts-links, und für jede dieser Richtungen sind vier Komponenten vorhanden. Da somit nach allen drei Hauptrichtungen alle Kräfte symmetrisch liegen, so wird offenbar der Würfel in keiner der drei Hauptrichtungen sich zu deformieren trachten. — Wort für Wort dasselbe gilt aber für die sechs Kautschukwände jedes Würfelbettes.

Machen wir nun den weiteren Schritt, daß wir die Wasserwürfel derartig gegeneinander verschoben denken, daß je zwei und zwei unter einander liegende Würfel zu einer kleinen Säule von 2 cm Höhe verschmelzen, indem die Kautschukzwischenlamelle wegfällt. Dann ist an den stehenden Seiten der Würfel nichts geändert worden; keine ihnen entstammende Komponente ist verschwunden; verschwunden ist aber die Hälfte der horizontalen Oberflächen, indem zwei und zwei miteinander verschmolzen sind; verschwunden sind folglich auch mit ihnen die Züge, die sie ausgeübt haben; dieselben waren aber sämtlich Horizontalkräfte. Dasselbe gilt aber auch von den horizontalen Kautschuklamellen; auch von ihnen ist die Hälfte verschwunden, und mit ihnen die horizontalen Kraftkomponenten, die ihre Oberflächen geliefert haben. Wenn aber dergestalt die horizontalen Kräfte reduziert werden, während die vertikalen Komponenten intakt bleiben, können die Kräfte einander in der Folge nicht mehr

das Gleichgewicht halten. Es erhalten vielmehr die Vertikalkräfte das Übergewicht, d. h. der Kautschukwürfel wird sich wie ein Muskel kontrahieren. Hiermit ist aber konstatiert, daß ein muskelähnlich wirkender Apparat aus leblosen Stoffen konstruiert werden kann, in dem die Kontraktion durch die Oberflächenspannung, also durch die Molekularattraktionen hervorgerufen wird.

Zu demselben Resultate hätten wir auch auf viel einfacherem Wege gelangen können. Die Wassereinsätze mögen im Kautschuk in ganz beliebiger Anordnung eingebettet sein, sie mögen welche Gestalt immer haben, nur soll die vertikale Dimension vorwalten. (Das Natürlichste ist also, sie etwa eiförmig oder spindelförmig sich vorzustellen.) Sobald wie im oberen Bilde die Adhäsion als nicht existierend vorausgesetzt wird, zeigen die Kautschukwände und die Wasseroberflächen Oberflächenspannung, gerade so wie oben. Nun lehrt aber die Mathematik folgendes: Wenn ein wie immer geformter Sack, der mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, sich zusammenziehen will, etwa wie ein aufgeblasener Kautschukballon sich zusammenziehen will; wenn also der Sack an jeder Stelle dieselbe Oberflächenspannung zeigt, dann wird sich der Schlauch unbedingt so deformieren, daß er sich mit einer Energie, die der Spannung proportional ist, der Kugelform nähert, und wenn die Spannung sich konstant gleich bleibt, wird er thatsächlich die Form einer Kugel annehmen. Wenn wir aber diesen Satz auf unsere Wassereinsätze anwenden und also annehmen, daß sie sich mit einer Kraft, die der Oberflächenspannung proportional ist, der Kugelform nähern, so kann dies nur durch Verkürzung der Vertikalachse und Verbreiterung des Horizontalquerschnittes erfolgen, d. h. der Block wird sich verkürzen und verdicken.

b. Wir haben bis jetzt nur die zwei Fälle betrachtet, daß der Muskel sich entweder gar nicht oder aber mit voller Intensität kontrahiert. Um auch über Mittelspannungen ein Urteil zu gewinnen (und gleichzeitig den folgenden Abschnitten vorzuarbeiten), wollen wir etwas ausholen.

Über und unter einer festen Trennungsschicht oo' befinden sich gedrängte Massen von gewichtlosen Kugeln A und B, welche die Moleküle irgend einer Flüssigkeit symbolisieren sollen. Die Kugeln von A ziehen einander nicht an, und ebensowenig die Kugeln von B untereinander (A und B haben also gleichsam keine Kohäsion). Anderseits sollen jedoch die Kugeln von A einerseits, die von B anderseits einander durch oo' hindurch anziehen (also gleichsam Adhäsion vorhanden sein). Von diesen Anziehungen sind mehrere durch punktierte Striche angedeutet und namentlich vom kräftiger gezeichneten Molekül b aus sind Attraktionslinien gezogen. Es ist klar, daß die Resultante aller Anziehungen, die b oder irgendein anderes Molekül erleidet, senkrecht auf oo' gerichtet ist. Insbesondere möge überdies bemerkt werden, daß weitaus der größere Teil der Kräfte eine vertikale (oder genauer gesagt zu oo'

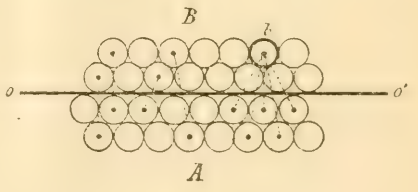


Fig. 10.

senkrechte) Richtung hat, daß also die horizontalen Komponenten weitaus kleiner sind als die vertikalen (daß also unser Fall dem in Fig. 3 dargestellten Falle einigermaßen analog ist, wo die vertikalen Kräfte den Wasserblock verkürzen und gleichzeitig verbreitern). Das hat aber zur Folge, daß die Moleküle der von oo' entfernter liegenden Schichten sich zwischen die Moleküle der zu oo' näheren Schichten drängen, dieselben auseinander drücken, und da dadurch immer neue, früher zu entfernt gelegene Schichten in den Bereich der Attraktion gelangen, die sich immer wieder zwischen die Moleküle der oo' zunächst liegenden Schichten drängen, so wird die Flüssigkeit offenbar längs oo' immer mehr und mehr auseinander fließen, ähnlich wie ein Haufen von Kugeln, die man auf einen horizontalen Fußboden schüttet, in eine einfache Kugelschicht auseinander fließen, weil die oberen Kugeln sich stets infolge ihrer Schwere zwischen die unteren Kugeln drängen. Wir wollen von dieser Entwickelung nur den einen Satz festhalten, daß die Adhäsion, d. h. die Anziehung über oo' hinweg, die Grenzschichten der Flüssigkeitsmassen A und B zum Auseinanderfließen parallel der Berührungsfläche oo' zwingt, also in den Grenzschichten Expansionstendenz schafft. (Es mag hierbei wohl bemerkt werden, daß die Expansionstendenz in beiden Flüssigkeiten, d. h. sowohl bei A als auch bei B auftritt.) Es ist wohl natürlich, daß die Expansionstendenz, d. h. die Kraft, mit der die Moleküle der äußersten (oo' zunächst liegenden) Schichten auseinander gedrängt werden, 2, 3, 4 . . . n-mal größer wird, wenn die Intensität der Molekularattraktion 2, 3, 4 . . . n-mal größer wird, oder daß die Expansionstendenz der Molekularanziehung proportional ist.

Machen wir nun die weitere Hypothese, daß nicht nur die Moleküle von A einerseits und von B anderseits, sondern auch die Moleküle von A untereinander und die von B ebenfalls untereinander sich gegenseitig anziehen, und zwar sollen sämtliche Anziehungen, d. h. die Adhäsion sowohl als die jetzt neu eingeführten beiderseitigen Kohäsionen gleich stark sein. Dann liegen die Kraftverhältnisse offenbar so, als wenn A und B nicht getrennt, sondern eine homogene Flüssigkeit wären; und daß im Innern einer homogenen Flüssigkeit keinerlei Bewegungstendenz herrscht, weil alle Kräfte so symmetrisch verteilt sind, daß sie sich nach jeder Richtung im Gleichgewicht halten, das ist ja bekannt. Nun folgt aber ein etwas überraschender Schluß: Wenn bei Vorhandensein und Gleichheit der Adhäsion und beider Kohäsionen indifferentes Gleichgewicht herrscht, wir aber anderseits oben gefunden haben, daß die Adhäsion für sich allein in den Grenzschichten Expansionstendenz schafft, dann müssen offenbar die beiderseitigen Kohäsionen für sich allein in den Grenzschichten Kontraktionstendenz schaffen, und zwar muß letztere obiger Expansionstendenz vollkommen gleich sein, weil widrigenfalls durch Einführung der Adhäsion (und mit ihr der Expansionstendenz) unmöglich indifferentes Gleichgewicht hergestellt werden könnte. Es scheint mir, daß dieser, wenngleich indirekte Beweis der Oberflächenspannung infolge der Kohäsion recht überzeugend wirkt.

Wenn wir oben gesehen haben, daß die Expansionstendenz der Intensität der Adhäsion proportional ist, dann muß natürlich auch die

Kontraktionstendenz infolge der Kohäsion oder die Oberflächenspannung den Kohäsionen (die wir der Adhäsion gleich gesetzt haben) proportional sein.

Jetzt wollen wir unseren Fall immer mehr komplizieren. Was geschieht, wenn die Adhäsion immer kleiner wird? Wenn sie, solange sie den Kohäsionen gleich ist, den Kontraktionskräften durch Erzeugung von Expansionskräften eben das Gleichgewicht hält, dann wird sie, wenn sie schwächer wird, dies nicht mehr thun können; die Kontraktionskraft erhält das Übergewicht und die beiden Grenzschichten zeigen effektiv Kontraktionstendenz.

Was geschieht umgekehrt, wenn die Adhäsion wächst und größer wird als die Kohäsion? Offenbar erhalten dann die in den Grenzschichten erzeugten Expansionskräfte das Übergewicht und die Kontaktdoppellamelle (die Grenzschichten von A und B) zeigt effektiv Expansionstendenz.

Es würde mich nicht überraschen, wenn der Leser diese Sache für öde Haarspaltereien hielte. Es wird sich aber in der Folge zeigen, daß ihnen eine ungeahnte Tragweite zukommt. Ebendarum wollen wir aber die Theorie der Berührungsschicht zweier Flüssigkeiten noch etwas weiter entwickeln, und ich glaube versprechen zu dürfen, daß der Lohn die Mühe in den Schatten stellen wird. Lassen wir A und B zwei verschiedene Flüssigkeiten sein. Die Kohäsion von A (d. h. die Intensität der Kraft, mit der die Moleküle von A einander anziehen) sei α^*, und da die erzeugte Oberflächenspannung — ihr Zeichen sei a — ihr proportional ist, so können wir schreiben:

$$a = n\alpha$$

Diese Spannung herrscht nur in A. Wenn die Kohäsion von B mit β bezeichnet wird, dann ist die Oberflächenspannung des B, nämlich b:

$$b = n\beta \quad .$$

Diese herrscht nur in B. Wenn die Adhäsion von A und B gleich γ ist, dann erzeugt sie — wohlgemerkt, sowohl in den Grenzschichten (der Oberflächenhaut) des A als in denen des B — die Expansionskraft c

$$c = n\gamma$$

Die Grenzschichten von A oder die Oberflächenhaut von A (d. h. diejenigen Schichten des A, die der Kontaktfläche oo' zunächst liegen) werden also effektiv Expansions- oder Kontraktionstendenz zeigen, jenachdem a kleiner oder größer ist als c. Im ersteren Falle hat nämlich die von der Adhäsion erzeugte Expansion, in letzterem Falle die von a erzeugte

* Für einen Physiker hat der so kurzweg hingeworfene Ausdruck „die Intensität der Kohäsionskraft ist α" keinen klaren Sinn, da ja, soweit wir urteilen können, die Molekularattraktion in verschiedenen Entfernungen vom Molekül verschiedene Intensität besitzt. Es läßt sich indes mathematisch nachweisen, daß wir, soweit es sich um Kapillaritätswirkungen handelt, jede Molekularattraktion durch eine fiktive Kraft ersetzen können, welche von der Entfernung r_1 bis zur Entfernung r_2 die konstante mittlere Intensität α besitzt. Diese „reduzierte Intensität" ist also oben zu verstehen. — Einer ähnlichen Fiktion begegnen wir auch in der Interessenrechnung; wenn ein Kapital in verschiedenen Teilbeträgen zu verschiedenen Prozenten angelegt ist, dann berechnen wir daraus den mittleren Zinsfuß, und dieser liefert uns dieselben Interessen; geradeso liefert uns jene mittlere (reduzierte) Kraftintensität dieselbe Oberflächenspannung wie die wirkliche Kraft.

Kontraktion das Übergewicht. Algebraisch können wir die effektive Oberflächenkraft a' bezeichnen durch

$$a' = a - c$$

(Die Kontraktionskraft a bezeichnen wir durch eine positive Zahl. Wenn c kleiner ist als a, wird auch a' positiv sein, also die effektive Kraft auch kontrahierend wirken. Ist jedoch c größer als a, dann erhalten wir für a' eine negative Zahl, wodurch angezeigt ist, daß die effektive Kraft in der entgegengesetzten Richtung, nämlich expandierend wirkt.) — Ganz analog finden wir für die effektive Kraft b' in der Oberfläche von B

$$b' = b - c$$

In der Kontakthaut (d. h. in beiden Oberflächenhäuten zusammengenommen) haben wir also in summa die effektive Kraft c'

$$\begin{aligned} c' &= a' + b' \\ &= (a - c) + (b - c) \\ &= a + b - 2c \\ &= 2\left(\frac{a+b}{2} - c\right) \end{aligned}$$

Da aber $\frac{a+b}{2}$ das arithmetische Mittel von a und b ist, da ferner c' positiv oder negativ ist, je nachdem c kleiner oder größer ist als $\frac{a+b}{2}$, und da endlich a, b und c den Kräften α, β und γ proportional sind, so können wir aus obiger Formel folgende Sätze herauslesen:

1) Die Kontakthaut ist indifferent (will sich weder ausdehnen noch zusammenziehen), wenn die Adhäsion gleich ist dem arithmetischen Mittel der Kohäsionen der einander berührenden Flüssigkeiten.

2) Die Kontakthaut zeigt Kontraktionstendenz, wenn die Adhäsion kleiner ist als jenes Mittel.

3) Die Kontakthaut zeigt Expansionstendenz, wenn die Adhäsion größer ist als jenes Mittel.

Wir wollen diese drei Fälle als den Fall der äqualen Adhäsion, der Unteradhäsion und der Überadhäsion unterscheiden[1].

c. Auf Grund unserer Entwickelungen können wir nun zur Betrachtung des Muskels zurückkehren.

Wir haben keinen Grund vorauszusetzen, daß die Prismen und die Muttersubstanz, in die sie eingebettet sind, genau derselbe chemische Stoff sind, und da wohl kaum zwei Stoffe auf der Welt absolut gleiche

[1] Diese Formeln sind ursprünglich mittels höherer Mathematik gefunden worden, und es ist leicht möglich, daß obige elementare Entwickelung nur mäßig überzeugt. Folgende Sätze wird aber wohl jedermann annehmen können: 1. Wenn die Adhäsion verschwindend klein ist gegen die beiden Kohäsionen, dann werden sich die beiden Grenzhäute fast so stark kontrahieren, als hätten sie ganz freie Oberflächen. 2. Wenn die Kohäsionen verschwindend klein sind gegen die Adhäsion, dann zeigen die Kontakthäute fast dieselbe Expansionstendenz, als gäbe es gar keine Kohäsionen. 3. Es muß also irgend einen mittleren Wert der Adhäsion geben, wo die kontrahierende Wirkung der Kohäsion und die expandierende Wirkung der Adhäsion einander eben aufheben, die Kontakthaut also neutral bleibt.

Kohäsion haben, so werden wir ihnen im allgemeinen die Kohäsionen α und β zuschreiben; ihre Adhäsion soll γ sein. Um die Schlaffheit des ungespannten Muskels zu erklären, brauchen wir nun keine andere Hypothese aufzustellen, als daß die Adhäsion in der Mitte zwischen den Kohäsionen steht, d. h.

$$\gamma = \frac{\alpha + \beta}{2}$$

oder wenn wir den Muskeltonus berücksichtigen, daß γ nur ein wenig unter jenem Mittel liegt. Wenn nun infolge eines Nervenreizes chemische Umsetzungen erfolgen, dann werden im allgemeinen beide Substanzen, die der Prismen und die des Mediums, ihre chemische Struktur, wenn auch nur minimal ändern, was natürlich auch eine Änderung ihrer physikalischen Konstanten zur Folge hat. Wahrscheinlich werden sowohl α als auch β und γ sich ändern. Wir wollen aber über diese Schwankungen gar keine andere Hypothese aufstellen, als daß das neue γ' unter das Mittel der neuen Werte α' und β' zu liegen kommt, und zwar um so tiefer, je energischer die chemischen Umsetzungen sind. Dann ergibt sich sofort effektive Kontraktionstendenz in den Kontakthäuten (den Schichten, mit denen die Prismen und das Medium aneinander grenzen), und der Muskel zieht sich, wie wir im Anfange gesehen haben, um so energischer der Länge nach zusammen, je kräftiger die chemischen Umsetzungen waren.

Soviel Theoretisches von den Muskeln. Es hat sich gezeigt, daß wir keinen zwingenden Grund haben, in der Muskelsubstanz irgend eine besondere Eigenschaft, die man mit dem Worte »Kontraktilität« andeuten müßte, vorauszusetzen. Wir haben nur vorausgesetzt, daß die Muskelsubstanz insofern halbflüssig ist, als ihre Moleküle sich wohl sehr leicht (wenigstens innerhalb gewisser Grenzen) gegeneinander verschieben lassen, daß aber ihre Kohäsion ungleich größer ist, als wir sie bei den echten Flüssigkeiten finden. Daß aber die Muskelsubstanz wirklich eine derartige Struktur besitzt, das zeigt uns ja der Augenschein.

(Fortsetzung folgt.)

Wie ist heute Hume's Theorie der Kausalität zu beurteilen?

Von

Karl Friedr. Jordan.

Wenn heutzutage die Frage nach der Richtigkeit einer philosophischen Meinung aufgeworfen wird, so ist es nicht nur empfehlenswert, sondern sogar zu verlangen, daß dieselbe vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus behandelt werde, daß derjenige, welcher ihr näher tritt, sich bei ihrer Beantwortung möglichst sowohl des Verfahrens wie der Begriffe und Anschauungen bediene, welche die Naturforschung gerade der neueren und neuesten Zeit zu Tage gefördert hat.

Mit Recht bricht sich in den verschiedenen Zweigen des menschlichen Wissens die naturwissenschaftliche Methode immer mehr Bahn[1], und schon ist die Philosophie eine mehrfach enge Verbindung mit der Naturforschung eingegangen. Der Philosoph kennt vollkommen die großen Entdeckungen derselben und hat sie bei seinen Untersuchungen wohl im Auge. Der Naturforscher anderseits geht über den beschränkten Standpunkt des Thatsachensammelns und -ordnens hinaus zu einer philosophischen Erfassung und Durchdringung seines Gegenstandes.

Es geschieht wohlbegründet und daher mit vollem Rechte, daß philosophische Fragen naturwissenschaftlich behandelt werden, denn auch bei ihnen dreht es sich wie bei aller Naturforschung um die Ergründung des Wirklichen. Was darüber hinausgeht und von philosophischer Seite öfters ausschließlich für sich in Anspruch genommen wird, das ist überhaupt nicht mehr Wissenschaft, kann nicht mehr Gegenstand menschlichen Nachdenkens sein.

Allerdings muß — dem Gesagten entgegen — die Frage entstehen, ob die Verwendung naturwissenschaftlicher Anschauungen und Verfahrungsweise in solchen Punkten der Philosophie gerechtfertigt bleibt, bei denen es sich um die letzten Prinzipien aller Erkenntnis handelt, welche selbst eine Grundlage für die naturwissenschaftliche Forschung abgäben. Es bliebe nämlich hier die Möglichkeit offen, daß es dem menschlichen Geiste überhaupt versagt sei, solche Dinge zu ergründen.

Wir wollen indessen diese Frage nicht vorweg beantworten, sondern sie da, wo sie im Laufe der folgenden Betrachtungen auftreten

[1] So ist in die Geschichts- und Sprachforschung schon die Methode der Naturforschung eingedrungen, wie die Beispiele von Buckle und Max Müller zeigen.

wird, mit Bezug auf die fraglichen Einzelfälle, welche sie hervorrufen, zu erledigen suchen.

Wenn wir nunmehr an die Frage: »Wie ist heute Hume's Theorie der Kausalität zu beurteilen?« herantreten, so möge zunächst die Hume'sche Kausalitätslehre selbst in kurzen Worten wiedergegeben werden[1].

Eine Untersuchung über die Kausalität wird mit der Frage zu beginnen haben: Worum handelt es sich bei der Kausalität? — Die Antwort lautet: Um das Schließen von etwas Vorhandenem auf etwas Eintretendes. — Dabei wird weder das schon Vorhandene noch das erst Eintretende ein bloßer Gegenstand (»object« im Englischen[2]) sein, sondern jenes wird in einem oder mehreren Gegenständen bestehen, die sich von gewissen Vorgängen affiziert befinden, und dieses (das Eintretende) wird sich wieder darbieten als unter gewissen Vorgängen erscheinende Dinge.

Jenes (das Vorangehende) wird als Ursache, dieses (das Eintretende) als Wirkung bezeichnet.

Bei der Veränderung, dem Übergang der Erscheinungen von der Ursache zu der Wirkung sind gerade die Vorgänge das Wesentliche[3].

An unsere auf die erste Frage gegebene Antwort, welche wir kurz so fassen können: Bei der Kausalität handelt es sich um ein Schließen von einer Ursache auf eine Wirkung — knüpft sich nun eine zweite Frage, nämlich die: Mit welchem Rechte geschieht dieses Schließen? Wieso ist man berechtigt, eine gewisse Wirkung auf eine gewisse Ursache zurückzuführen, sie als eine Folge der letzteren aufzufassen, und zwar, wie es in der That geschieht (und da hiermit der Schluß von der Ursache auf die Wirkung erst einen festen Wert hat), als eine allgemeine und notwendige Folge?

Die Antwort ist: Dieses Schließen von der Ursache auf die Wirkung geschieht auf Grund der Annahme einer zwischen beiden vorhandenen Verbindung und genauer einer notwendigen und allgemein wirksamen Verknüpfung.

Diese Antwort führt, statt eine Lösung des Problems zu geben, eine neue Schwierigkeit in dasselbe ein; denn es entsteht nunmehr die

[1] Nach David Hume's „Untersuchung in betreff des menschlichen Verstandes". Übersetzt u. s. w. von J. H. v. Kirchmann. 3. Aufl. 1882. Heidelberg, Georg Weiß.

[2] Hume's „object" bedeutet sicher mehr: das Augenfällige, Wahrgenommene.

[3] Denken wir uns als Beispiel einen an einem Faden hängenden Stein! Schneiden wir den Faden entzwei, so fällt der Stein. — Ursache: Zerschneiden des Fadens; Wirkung: Fallen des Steins. — — Oder: Jemand ertrinkt. Die Ursache davon ist der Umstand, daß er ins Wasser hineinfällt. Allerdings kommt als Bedingung für die Wirksamkeit der Ursache hinzu, daß der Vorgang sich mit Dingen vollzog, deren Eigenschaften geeignet waren, den als Wirkung bezeichneten Erfolg herbeizuführen. Fällt jemand in Luft, so ertrinkt er nicht. Aber jedenfalls bewirkt doch erst das Fallen unmittelbar und wesentlich, daß das Wasser mit seinen Eigenschaften auf ihn wirken kann. — Möchte man sich auch über den Begriff „wesentlich" streiten, so ist doch soviel sicher, daß man nicht — wie es so oft geschieht — sagen (und Folgerungen darauf bauen) darf: Das Wasser ist die Ursache des Ertrinkens.

neue, neben die zweite zu stellende Frage: Was berechtigt uns zu einer solchen Annahme?

Hume macht es sich zur Aufgabe, diese beiden Fragen näher zu beleuchten, nach der Begründung des kausalen Schlußverfahrens und der Annahme einer notwendigen Verknüpfung zwischen den Dingen zu forschen und an der objektiven Richtigkeit jenes wie dieser Kritik zu üben.

Im Verlaufe seiner Untersuchungen stellt er zunächst fest, daß der gedankliche Übergang von der Ursache auf die Wirkung nicht durch bloße Vernunftschlüsse a priori vollzogen wird. Und ebensowenig führt uns ein reiner Verstandesprozeß zu der Annahme einer zwischen der Ursache und der Wirkung bestehenden Verknüpfung[1]. Vielmehr werden wir zu jenem Übergang wie zu dieser Annahme lediglich durch die Erfahrung veranlaßt: eine Behauptung, die sich daraus ergibt, daß — wie es die Beobachtung und das Nachdenken lehrt — ohne die Erfahrung in bestimmten Fällen niemals ein Schluß von der Ursache auf die Wirkung und die Annahme einer Verknüpfung zwischen beiden gemacht wird, noch gemacht werden kann[2].

Sind wir so auf die Erfahrung als den Grund für die im Menschen vorhandene Kausalvorstellung gewiesen, so wird zu fragen sein, wie sie die Entstehung der letzteren bewirkt, wie die Kausalvorstellung aus den Thatsachen der Erfahrung geschöpft wird. — Hume zeigt, daß die Erfahrung direkt oder an sich nichts von Kausalität darbietet; sie enthält lediglich die häufige und bisher ausnahmslose[3] Folge eines Ereignisses auf ein anderes (oder, wie Hume sagt: eines Gegenstandes auf einen anderen). Wie kommt der Mensch dazu, diese Folge gänzlich zu verallgemeinern und stets das bestimmte Ereignis »Wirkung« mit vollkommener Sicherheit zu erwarten, wenn ein bestimmtes Ereignis »Ursache« sich zeigt?

Hierauf können wir, auf das oben Gesagte zurückgehend, antworten, daß dieser Schluß von dem Vielen auf Alles seinen Grund in der notwendigen und allgemein wirksamen Verknüpfung von Ursache und Wirkung oder — was dasselbe ist — in den in den Dingen thätigen »verborgenen oder geheimen Kräften« habe. Geben wir zunächst zu, daß die Annahme dieser Verknüpfung oder dieser Kräfte in den dagewesenen Fällen gerechtfertigt wäre, so ist doch unsere Frage nur hinausgeschoben, nicht beantwortet. Denn wieder werden wir fragen: Wie kommt der Mensch dazu, anzunehmen, daß die Kräfte, welche bisher einem gewissen a ein gewisses b folgen ließen, in jedem künftigen Falle des Auftretens von a auch vorhanden sein und wiederum b herbeiführen werden?

Es kann dieses verallgemeinernde Verfahren des Menschen weder durch Begriffe bewiesen, noch durch Thatsachen begründet werden[4].

Aber fehlt uns auch der strenge Grund für unsere Schlüsse aus der Erfahrung auf das Zukünftige, so können wir doch ein Prinzip aus-

[1] Hume, a. a. O. Abteil. IV. Skeptische Zweifel u. s. w. Abschnitt I. S. 28 ff.
[2] Hume, a. a. O. Skept. Zweifel. Abschnitt I.
[3] Vorausgesetzt, daß das als Ursache bezeichnete Ereignis jedesmal genau das gleiche war.
[4] Hume, a. a. O. Skept. Zweifel. Abschnitt II. S. 35 ff.

findig machen, durch welches wir zu denselben veranlaßt werden. Dieses Prinzip ist die Gewohnheit. Wir sind gewohnt, auf ein a ein b folgen zu sehen; das Gedächtnis läßt daher, sobald uns ein a entgegentritt, die Vorstellung des b in uns erwachen, und wir sind auf das Eintreten dieses b anfangs nur gefaßt, späterhin seines Eintretens sicher [1].

Die steigende Sicherheit und Festigung unserer Schlüsse von a auf b, von der Ursache auf die Wirkung wird dadurch bewirkt, daß die Wirklichkeit unsere Schlüsse bestätigt; und zwar wachsen jene in dem Maße, wie (bei vorhandenem a) die Fälle des Eintritts von b gegen die entgegengesetzten Fälle in der Zahl überwiegen.

(Daß in der That nicht immer ein b erfolgt, wenn wir es erwarten, beruht darauf, daß es unmöglich ist, das Ereignis »Ursache« — das a — mit derjenigen Feinheit und Eindringlichkeit zu untersuchen, um zu erkennen, daß es wirklich genau ein a ist.)

Die psychische Größe aber, durch welche jene Schlüsse vollzogen werden, ist nicht der Verstand, sondern ein Natur-Instinkt (Glaube), der also doch etwas mehr ist als die bloße Ideenassoziation, die zunächst die Vorstellung des b nach eingetretenem a erweckt [2].

Nunmehr begibt sich Hume an die nähere Untersuchung der bereits erwähnten Vorstellung der notwendigen Verknüpfung oder Kraft. Er setzt auseinander, daß die Vorstellung von Kraft durch Selbstbetrachtung gewonnen wird, indem in uns ein Verhältnis von Ursache und Wirkung zwischen dem Willen und den Bewegungen der Glieder oder der Fassung eines Gedankens besteht.

Aber ebensowenig wie in der Außenwelt eine Verknüpfung von Ursache und Wirkung wahrgenommen oder a priori geschlossen werden kann, ist die Willenskraft wahrnehmbar oder a priori erkennbar. Uns sichtbar vorhanden ist nur die regelmäßige zeitliche Folge von dem Befehl des Willens (Ursache) und der Bewegung des Körpers oder der Fassung eines neuen Gedankens (Wirkung). — Ursache und Wirkung scheinen miteinander verbunden aufzutreten, aber nie verknüpft zu sein. Die zwischen beiden wirksame Kraft (Willenskraft) ist der Nachforschung entzogen [3].

Hume erörtert weiter, daß uns die Vorstellung der Kraft gerade so wie die der allgemeinen Folge von Ursache und Wirkung in der Außenwelt durch das Prinzip der Gewohnheit aufgedrängt wird. Wenn wir auf a immer ein b haben folgen sehen, so wird auf dem Wege der Ideenassoziation in dem Augenblicke, wo wiederum a in Wirklichkeit erscheint, die Vorstellung des b wachgerufen. — Hierdurch sowie durch die Bestätigung unserer Erwartung des b durch sein wirkliches Eintreten entsteht eine Empfindung, ein Gefühl der Verknüpfung von a und b in unserem Geiste, und daraus wird der Begriff der Kraft gebildet [4].

[1] Hume, a. a. O. Skeptische Lösung der Zweifel (Abteil. V). Abschnitt I. S. 42 ff.

[2] Hume, a. a. O. Skept. Lösung. Abschnitt II. S. 49 ff.

[3] Hume, a. a. O. Abteil. VII. Über den Begriff der notwendigen Verknüpfung. Abschnitt I. S. 60 ff.

[4] Hume, a. a. O. Über den Begriff der notw. Verknüpfung. Abschnitt II. S. 73 ff.

An diese Untersuchungen, die den Kern seiner Kausalitätslehre bilden, schließt Hume nun noch einige Anwendungen oder weitere Ausführungen an. Am engsten lehnt sich an sie die Erörterung darüber an, daß die menschlichen Handlungen sich mit derselben Notwendigkeit vollziehen wie die Vorgänge in der Außenwelt, denn da zwischen Beweggrund und Handlung dieselbe regelmäßige Folge besteht wie zwischen Ursache und Wirkung, so muß man zwischen ihnen auch die gleiche notwendige Verknüpfung annehmen[1].

Wie die Willensfreiheit bekämpft Hume auch die Wunder[2]. Ferner bestreitet er, daß eine philosophische Berechtigung zur Annahme des Daseins Gottes und eines zukünftigen Lebens vorhanden wäre, da mit solchen Annahmen der Kausalbegriff über das Gebiet der Erfahrung, welche stets allein maßgebend wäre, hinausgetragen würde[3].

So sehen wir, wie Hume den vollen Begriff der ursächlichen Verknüpfung besitzt und auch die Vorstellung von dem Kausalitätsverhältnisse in den Dingen als eine unberechtigte und grundlose nicht verwirft, sondern nur aufs bestimmteste ihren Ursprung aus der Erfahrung darlegt, zugleich aber zeigt, daß diese sie nicht direkt darbietet und ein strenger logischer Grund für ihre Entstehung nicht erfindlich ist, daß dieselbe aber durch das Prinzip der Gewohnheit verständlich wird, und sie zuletzt in einem Gefühl oder Natur-Instinkt ihren gegenwärtigen Sitz hat. Vorhanden also ist nach Hume's persönlichem Glauben die ursächliche Verknüpfung in allen Dingen, sie besitzt Notwendigkeit und Allgemeinheit, aber erkennbar ist sie nicht direkt; dies ist nur die bloße regelmäßige Folge von Ursache und Wirkung. — Der Kausalitätsschluß ist also subjektiv (vom Subjekte vollzogen), die regelmäßige Folge ist die objektive Grundlage des Schlusses.

Indem wir nunmehr in eine Besprechung der Hume'schen Kausalitätslehre eintreten, können wir uns an die Reihenfolge halten, in der Hume selbst seine Untersuchungen im einzelnen ausführt.

Wir begeben uns an den ersten Punkt: Die Richtigkeit des Schliessens von einer Ursache auf eine Wirkung läßt sich durch Vernunftschlüsse a priori, durch Überlegung und allgemeine Deduktion nicht erweisen.

Treten wir an eine Betrachtung dieses Satzes heran, so haben wir zwei Fragen auseinanderzuhalten:

1) Ist es dem Verstande möglich, bei dem Auftreten eines Vorgangs zu schließen, welche bestimmte Wirkung ihm folgen werde?

2) Ist es dem Verstande möglich zu schließen, daß überhaupt der Vorgang eine Wirkung im Gefolge haben werde?

Hume hält in seinem Beweisverfahren diese beiden Fragen nicht auseinander. In Wirklichkeit behandelt er nur die erstere, während er

[1] Hume, a. a. O. Abteil. VIII. Über Freiheit und Notwendigkeit. S. 79 ff.

[2] Ebenda, Abteil. X. Über die Wunder. S. 107 ff.

[3] Hier bin ich anderer Ansicht als Hume, da ich meine, daß es wohl Erfahrungen gibt, welche — völlig im Rahmen unserer Kausalvorstellungen — das Dasein Gottes gewiß machen, deren durchschlagendste, weil handgreiflichste, Hume allerdings noch unbekannt waren.

doch schließlich die Gesamtfrage für verneint erachtet. Dem aber, was er sagt, können wir unbeschränkt zustimmen. Nehmen wir mit ihm einen Vorgang an, den die Erfahrung bisher noch nicht dargeboten hat, so wird kein Mensch im stande sein, die Wirkung, die er etwa im Gefolge hat, in ihrer besonderen Eigentümlichkeit von vornherein abzusehen. Die »Seele« (oder besser: der Geist) »kann unmöglich die Wirkung in diesem Falle ausfindig machen, denn die Wirkung ist von der Ursache ganz verschieden und kann deshalb niemals in dieser aufgefunden werden[1]«.

Aber auch bei bekannten Vorgängen begreift doch die Vorstellung einer anderen als der wahren Wirkung für eine bestimmte Ursache keinerlei logischen Widerspruch in sich, und somit ist aus bloßen Verstandesschlüssen diese wahre Wirkung nicht erklärlich.

Weiter geht Hume in der That nicht; auch Kirchmann hebt dies in seinen Erläuterungen hervor[2], indem er bemerkt, daß Hume »die Ursächlichkeit, als Beziehungsform überhaupt, mit ihrer Anwendung auf den einzelnen Fall verwechselt«.

Indem wir Hume in seiner Feststellung darüber, daß der Verstand nicht von vornherein (a priori) entscheiden kann, welche Wirkung einer bestimmten Ursache folgen werde, beitreten, gehen wir nun dazu über, zu untersuchen, ob er nicht doch schließen könne, daß überhaupt eine Wirkung (welcher bestimmten Art auch immer) eintreten werde.

Es könnten hierüber folgende Betrachtungen angestellt werden:

1) Denkt man sich für einen Augenblick einen bestimmten Zustand der Welt und daß in diesem an irgend einer Stelle eine Veränderung eintrete, so könne — wird man sagen — diese doch nicht spurlos vorübergehen, nicht, ohne einen zweiten neuen Vorgang nach sich zu ziehen, verschwinden. Weiter könne man sich doch auch gar nicht denken, wie jene Veränderung erscheinen sollte, ohne durch einen ihr vorangehenden Vorgang veranlaßt zu sein. Somit müßte es also von vornherein und abgesehen von aller Erfahrung klar sein, das jedwedes Ereignis — herausgenommen aus der Gesamtheit des Geschehens — unfaßbar, undenkbar und daher unmöglich sei; daß es vielmehr von vornherein nur vorgestellt werden könne als Folge eines vorhergehenden und als Vorläufer eines folgenden Ereignisses.

Unmittelbar ist dies doch nicht stets so ganz sicher, wenigstens nicht für das gewöhnliche Denken. — Das gelehrte Denken hat sich durch die immerwährende Beobachtung des Kausalitätsverhältnisses schon so an die Annahme von dem Obwalten desselben gewöhnt, daß es ihm schwer wird, sich in die entgegengesetzte Anschauung hineinzuversetzen. — Um der Sache näher zu treten, wollen wir die Behauptung, die eine doppelte ist, in ihre beiden Teile zerlegen und den letzteren derselben hier näher ins Auge fassen.

Daß jedes Ereignis seine Folgen habe, ist dem gemeinen Verstande gar nicht immer so deutlich gegenwärtig aus dem Grunde, weil diese Folgen oft sich sehr zersplittern und verlieren, so daß sie dem ungeüb-

[1] Hume, a. a. O. S. 32.
[2] Hume, a. a. O. S. 179.

ten und unkritischen Beobachter entgehen können. (Die Hauptsache für uns ist dabei, daß er sie in solchen Fällen auch gar nicht sucht.)

Wenn ein Stein durch die Luft geflogen kommt, so wird zwar jedermann vermuten, daß er von irgend jemand geworfen worden ist; wenn er nun aber zur Erde fällt, so wird der gemeine Verstand damit diesen Vorgang mit all' seinen Folgen für beendigt halten. Er wird an gar keine Wirkung weiter denken, trotzdem eine aufmerksame und kritische Verfolgung des Vorganges (Beobachtung) gezeigt hat, daß die mechanische Bewegung des Steins sich in eine Wärmebewegung umsetzt, welche sich nun verteilt, ohne sich doch in ihrer Wirksamkeit schließlich zu verlieren. — Wir gaben schon den Grund für dieses doppelte Verhalten des gewöhnlichen Denkens an: Von einem in die Augen fallenden Ereignis ist die Ursache eine konzentrierte und daher bemerkbare, während ein sich weit verbreitender Vorgang in seinen Folgen unmerklich wird.

Daß nun der gemeine Verstand gerade da das Verhältnis von Ursache und Wirkung annimmt, wo ihr Zusammenhang uns merkbar entgegentritt, während er im entgegengesetzten Falle den fortlaufenden Faden kausal zusammenhängender Vorgänge aus den Augen verliert, — das zeigt doch schon, daß eben die Erfassung dieses Zusammenhanges aus der Erfahrung uns zu der Vorstellung der Kausalität nötigt.

Aber zunächst noch abgesehen davon, kann nach dem bisher Gesagten von einer Begründung der Kausalvorstellung durch Verstandesschlüsse nicht die Rede sein. Offen bleibt neben der Annahme ihres Ursprungs aus der Erfahrung die Möglichkeit, daß die Kausalvorstellung auf Grund einer generellen Anlage des Menschen vorhanden ist und auf die Vorgänge der Außenwelt angewendet wird. In diesem Sinne nennt Kant die Kausalvorstellung eine apriorische, und auch Hume selbst deutet in gewisser Weise darauf hin, indem er das Schließen von der Ursache auf die Wirkung aus Gewohnheit nicht dem Verstande, sondern einem Natur-Instinkte zuschreibt[1]. Doch gehen wir vorerst hierauf nicht weiter ein, da es sich jetzt nur darum handelt, festzustellen, ob Vernunftschlüsse, Überlegungen uns mit Notwendigkeit zu der Vorstellung eines in den Dingen und Ereignissen waltenden Kausalitätsverhältnisses führen.

2) Während der unter 1) dargestellte Einwurf gegen den ersten Schritt in der Hume'schen Untersuchung — von dem Beispiel abgesehen — allgemein gehalten ist und die Art des kausalen Verhältnisses nicht näher berücksichtigt, läßt sich eine weitere Entgegnung anführen, bei welcher dies der Fall ist.

Wir müssen, um sie klar darzustellen, etwas weiter ausholen: Die wissenschaftliche Forschung geht bekanntlich darauf aus, Erscheinungen und Vorgänge zu erklären, das heißt sie auf einfachere Elemente des Seins und Werdens zurückzuführen; und insofern ist ihr letztes Ziel — da alle Phänomene der Welt in Zusammenhang miteinander stehen — sie alle auf eine Grunderscheinung, einen Grundvorgang und eine zwischen den Phänomenen wirksame letzte Ursache zurückzuführen, wel-

[1] Hume, a. a. O. S. 49.

che an sich gar nicht verständlich, begreifbar, erklärlich zu sein brauchen, die nur jedenfalls leichter zu überblicken, vorzustellen und somit einfacher sein müssen.

Als solcher Grundvorgang ist die räumliche Bewegung erkannt, während als Grunderscheinung der durchweg gleiche Stoff und als letzte Ursache der mechanische Stoß zu erscheinen haben[1]. Halten wir den hier angedeuteten Standpunkt fest und nehmen wir an, daß alle ursächlichen Verhältnisse sich auflösen und zurückführen lassen auf das eine des mechanischen Stoßes! Hume's erste Behauptung wird dann (wie er dies selbst bespricht[2] dahin gehen, daß man, wenn ein sich bewegender Körper auf einen ruhenden trifft, durch Überlegung nicht folgern könne, daß der zweite Körper in Bewegung geraten werde.

Hume setzt in der That überzeugend auseinander — und dies haben wir bereits oben anerkannt — daß von vornherein gar nicht abgesehen werden könne, eine wie geartete Wirkung aus dem Stoß des bewegten Körpers auf den ruhenden hervorgehen werde. Die Frage ist eben jetzt die, ob eine Überlegung uns zu dem Schlusse nötigt, daß auf den Stoß des bewegten Körpers gegen den ruhenden überhaupt irgend etwas folgen müsse.

Es ist klar, daß, solange der erstere Körper sich ungehindert bewegen kann, keine Veränderung in den umgebenden Verhältnissen wird eintreten können. Wenn er nun aber auf den zweiten Körper stößt, ihm also dieser als ein Hindernis im Wege liegt, so wird man meinen, muß an dem bestehenden Zustand irgend etwas anders werden: entweder der zweite Körper gerät ebenfalls in Bewegung und der erste steht still, oder beide bewegen sich weiter, oder beide stehen still u. s. w.; aber jedenfalls wird nicht der erste weiterlaufen können, während der zweite ruhig an seinem Platze bleibt.

Es muß — so einleuchtend dies auch erscheint — dem doch entgegengehalten werden, daß das Problem diese seine Klarheit nur unserer Anschauung verdankt, während doch unser Verstand — die Kraft des Denkens — nicht mit ins Spiel dabei kommt. Man könnte sich ja einfach denken — ohne daß an sich ein Widerspruch darin läge — daß der erste Körper über den zweiten hinwegspringen und sich unverändert fortbewegen, während der letztere liegen bleiben würde. Aber da ist dann doch eine Veränderung der Verhältnisse eingetreten, wird man erwidern, nämlich der Sprung. Wir räumen dies ein. Doch wenn jeder Vorgang eine Folge hat, was hat dann dieser Sprung für eine? — Oder besser: hat der Sprung überhaupt auch eine? werden wir durch unsere Überlegung genötigt, eine Wirkung desselben anzunehmen? Der gewöhnliche Verstand wird stutzen. Denn nicht nur auf Grund bloßer Über-

[1] Es gilt dies zunächst nur für die Erscheinungen auf körperlich-materiellem Gebiete. Auf geistigem Gebiete, dessen Erscheinungen aus jenen hervorgegangen, sind zwar die allgemeinen Formen und Beziehungen (Gesetze) des Geschehens dieselben, aber das Gegenständliche des letzteren ist ein anderes. Die Grunderscheinung ist der Geist, der Grundvorgang ist das Bewußtwerden (gleichsam eine geistige Erzitterung), die letzte Ursache der geistige Anstoß.

[2] Hume, a. a. O. S. 31.

legungen kann er hierauf nichts erwidern, sondern er bleibt überhaupt eine Antwort schuldig — er hat über den vorliegenden Fall keine sichere Erfahrung. Die Folgen eines solchen Sprunges gingen ihm, vorausgesetzt, daß er ihn einmal und zwar an kleinen Körpern beobachtete, verloren. Es ist dieser Vorgang in dieser Hinsicht ähnlich dem Fallen des Steins auf die Erde.

Aber der geschulte Verstand wird — eingedenk des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft — nicht zögern, jene Frage zu bejahen: es entstehe (wenn die Bewegung in Luft erfolge) eine Lufterschütterung (sonst doch eine Veränderung des Zustandes des Weltäthers), dann Wärme, und diese zerstreue sich. — Wie kommt der geschulte Verstand dazu? — Durch seine Schulung. — Woher hat er diese? — Aus der Erfahrung gewonnen.

Aus unserer Betrachtung ergibt sich jedenfalls, daß — wie es auch Hume behauptet, ohne es indessen speziell dargelegt zu haben — unser Verstand uns auch nicht zu der Annahme nötigt, daß jede Ursache eine Wirkung habe und umgekehrt.

Sondern es ist — fährt Hume fort — die Erfahrung, welcher wir diesen Schluß verdanken, gerade wie sie uns die besondere Art der auf eine bestimmte Ursache folgenden Wirkung kennen lehrt.

Das letztere ist jedenfalls richtig und auch von Hume überzeugend dargestellt worden. Gegen das erstere aber sträubt sich — wir können nicht anders sagen als: unser Gefühl oder etwa unsere Anschauung. Wir nehmen das Beispiel vom fliegenden Stein. Wir denken dabei an gar keine Erfahrung, wenn wir uns vorstellen, es könne der Stein nicht von selbst (ohne Veranlassung) sich von der Erde erhoben und durch die Luft bewegt haben. (Aber müssen wir denn daran denken? Kann nicht die Erfahrung durch häufig in uns hervorgerufene Ideenassoziation von im Verhältnis von Ursache und Wirkung zu einander stehenden Ereignissen in uns eine derartig bleibende Kausalanschauung, eine von den Einzelfällen allmählich losgelöste Fähigkeit, kausal zu schließen, hervorgerufen haben?) Der geschulte Verstand denkt gewiß an keine besonderen Erfahrungsfälle, wenn er bei irgend einem ihm bisher unbekannt gewesenen Vorgange, den er beobachtet, nach den ihm folgenden Wirkungen forscht; ebenso verhält es sich mit dem gemeinen Verstande, der in einer gewissen Gruppe von Fällen (wo die Wirkung vorliegt) stets kausal schließt, während er in einer anderen (wo die Ursache vorliegt, ihre Folgen sich aber zerstreuen) wenigstens ungewiß bleibt. An die Erfahrung wird im Augenblick des Schließens nicht gedacht, und doch hat nur sie jenen Verstand geschult und diesen belehrt, daß sichtbare Wirkungen nie ohne bemerkbare Ursachen sich ereignen.

Wir werden hierauf eingehend zurückzukommen haben. Zunächst folgen wir Hume weiter. Zu der Vorstellung einer notwendigen Verknüpfung zwischen Ursache und Wirkung, welche es hervorbringt, daß einer bestimmten Ursache nur immer dieselbe bestimmte Wirkung folgt, führt uns kein bloßer Verstandesprozeß.

Hume beschränkt sich bei dem Beweise dieses Satzes — entsprechend dem Vorhergehenden — auf einen Teil der Behauptung. Er zeigt,

daß in jedem einzelnen bestimmten Falle unser Verstand uns zu der Annahme der thatsächlichen Wirkung einer Ursache nicht mehr nötigt als zu der irgend einer anderen, wie dies schon bei der vorigen Erörterung dargelegt wurde, daß also unser Verstand im einzelnen Fall keine notwendige Verknüpfung zwischen Ursache und Wirkung setzt. Hume unterläßt es, festzustellen, daß wir auch ganz allgemein durch Vernunftschlüsse nicht gezwungen werden, jeder Ursache die Erzeugung einer, und zwar nur einer, nicht mehrerer verschiedenartiger Wirkungen zuzuschreiben. Was uns vielmehr zu dieser Annahme veranlaßt, ist unsere — aus Erfahrung geschöpfte — Anschauung, die zu einer bleibenden Fähigkeit, zu urteilen und zu schließen, geworden ist, bei welcher wir irgend welcher bestimmten Erfahrungsfälle nicht mehr gedenken. — Dies letztere bleibt zu beweisen.

Somit erhalten wir also dasselbe Ergebnis wie vorher für das Schließen von einer Ursache auf eine Wirkung überhaupt; eine noch eingehendere Betrachtung desselben können wir übergehen, da die dabei anzustellenden Überlegungen ähnliche sein würden wie in jenem Falle. Indessen ist doch die folgende Bemerkung erforderlich. — Wir werden weiterhin[1] auseinandersetzen, daß die Annahme einer notwendigen Verknüpfung uns das Folgen einer Wirkung auf eine Ursache, die Erzeugung der ersteren aus der letzteren oder durch die letztere nachträglich (nachdem wir über diese Folge schon im klaren sind) begreiflich machen kann. Es erscheint danach jede Annahme als ein Verstandesschluß von der Thatsache der kausalen Folge auf dasjenige, was diese Folge hervor- oder mit sich bringt. Das ist in der That richtig. Aber einmal ist dieser Schluß — weil er sich eben an Thatsachen anlehnt, zu ihrer Erklärung gemacht wird — kein reiner, apriorischer Verstandesschluß; er wird nicht vor aller Erfahrung gezogen, sondern um ihn zu ziehen, ist eine Vorstellung nötig, die — soviel ist bereits nachgewiesen — ihrerseits nicht durch reines Denken gewonnen wird. Sodann befinden wir uns längst im Besitze der Vorstellung von der notwendigen Verknüpfung, wenn wir thatsächlich im stande sind, jenen Schluß zu ziehen. Diese Vorstellung (von der notwendigen Verknüpfung) wird also durch apriorische Überlegung nicht erhalten.

Wir stimmen demnach mit Hume darin überein, daß in uns durch keine Art der apriorischen Überlegung das Schließen von einer Ursache auf eine Wirkung und die Annahme einer zwischen beiden bestehenden notwendigen Verknüpfung bewirkt wird. Dies ist das negative Ergebnis der bisherigen Hume'schen Untersuchung.

Was an unseren Vorstellungen nicht durch Überlegung gewonnen wird, das entlehnen wir der Erfahrung; also entstammen auch jene Kausalvorstellungen der Erfahrung. — Das ist das positive Resultat.

Hume ist hierbei beruhigt; und doch hoben wir bereits hervor, daß in der größten Zahl der Fälle die Kausalvorstellungen als so fest in unserem Innern begründet erscheinen, daß wir sie nicht als allein und erst nach unserer Geburt aus der Erfahrung entnommen ansehen

[1] Vergl. auch das bereits auf S. 201 Gesagte.

können. Diesem Einwande könnte man mit Recht entgegenhalten, daß er in der Philosophie nicht gelten dürfte, da jenes »Erscheinen« doch mehr oder minder Gefühlssache ist; ein gewohntes Gefühl sträubt sich gegen die Behauptung, daß die Erfahrung alleiniger Grund der Kausalvorstellungen sei. Und im Gebiete der Philosophie hat man sich vor allem von Gewohnheiten frei zu machen und sich nicht von bloßen Gefühlen leiten zu lassen. Beweisen könnte also jener Einwand für sich nichts, doch aber zu Bedenken Anlaß geben, denn jenes Gefühl muß doch irgend worin seinen Grund haben. Wenn wir etwas gegen die Erfahrung beweisen wollen, so müssen wir einen Zeitpunkt des menschlichen Lebens ins Auge fassen, in dem die Erfahrung noch keine Rolle spielt[1]. Dieser Zeitpunkt ist der erste Eintritt in das Leben.

Fritz Schultze hat in seiner »Philosophie der Naturwissenschaft«[2] einen dahingehenden Beweis dafür zu geben versucht, daß die Kausalvorstellung vor aller Erfahrung — nicht als wirkliche Vorstellung, aber doch der Anlage nach — in uns vorhanden sei.

Er frägt, wie das Kind überhaupt auf Grund seiner sinnlichen Wahrnehmungen zu der Vorstellung von Objekten außer sich gelangen könne — ohne einen Schluß, ohne Kausalvermögen. Aus dem Wechsel der Erscheinungen, der sich ohne oder wider seinen Willen vollzieht, kommt dem Kinde das Bewußtsein einer Außenwelt. Aber wie? — Indem es frägt: woher dieser Wechsel? — Das aber heiße nichts anderes als eine Frage nach der Ursache.

Darauf läßt sich erwidern: Das Kind hat jedenfalls zunächst weder eine Vorstellung von einer Außenwelt noch von Kausalität. Wer will uns nun beweisen, daß eher ein als Anlage vorhandenes Kausalvermögen als das der Vorstellung einer Außenwelt in ihm wirksam sei? Weiß man etwas über die Vorgänge, die sich während der ersten Lebenszeit in dem kindlichen Geiste abspielen? Fehlt doch später gänzlich jede Erinnerung an dieselben!

Die Entscheidung über die vorliegende Frage, ob die Kausalvorstellung aus der Erfahrung stamme oder vor aller Erfahrung vorhanden sei, ist eine schwierige. Wir können nicht, einfach und bestimmt uns zu dieser oder jener Ansicht wendend, vorgehen, sondern es ist nötig, die Gründe für und wider vorsichtig wiederholt gegeneinander abzuwägen.

---

[1] Kant beweist die Apriorität der Kausalvorstellung dadurch, daß er solche Vorstellungen als apriorische betrachtet, welchen Notwendigkeit und Allgemeinheit innewohnt, und daß er behauptet, daß man von lediglich aus der Erfahrung stammenden Vorstellungen nicht beweisen könne, daß sie jene beiden Attribute besitzen. Da nun der Kausalvorstellung Notwendigkeit und Allgemeinheit zukommen, könne sie nicht aus der Erfahrung stammen. — In dieser Beweisführung bestreite ich den Satz, daß wir den lediglich der Erfahrung entnommenen Vorstellungen nicht jene beiden Attribute beilegen sollten. Trotzdem liegt in Kant's Beweisführung das richtige Gefühl, daß die Sache mit Hume's Meinung nicht abgethan sei, es mit ihr vielmehr noch eine besondere Bewandtnis habe — wie sich uns später zeigen wird.

[2] Band II. S. 240. 1. Beweis. Die übrigen (9) Beweise halte ich entweder wie den 1. gleichfalls nicht für stichhaltig, oder sie gehen die hier diskutierte Frage unmittelbar gar nichts an — mit Ausnahme des 10., auf den wir nachher zurückkommen werden.

Machen wir uns die Frage möglichst klar! Die Kausalvorstellung kann überhaupt entweder rein aus der Erfahrung stammen (Hume) oder als apriorisches Vermögen in uns vorhanden sein (Kant) oder durch Verstandesschlüsse gewonnen werden[1].

Die letzte (dritte) Möglichkeit ist im Vorigen widerlegt worden. (Auch Kant erkennt sie ebensowenig wie Hume an.) Wir haben zwischen den beiden ersten zu wählen. Fassen wir daher diese noch näher als bisher ins Auge. Hume sagt: Die Kausalvorstellung werde aus der Erfahrung erworben. Aber wie denkt er sich den Vorgang dieses Erwerbens? Hume antwortet[2]: Auf die Weise, daß wir zunächst die Fälle der Erfahrung, welche uns ein (sogenanntes) Kausalverhältnis darbieten, verallgemeinern, von dem Vielen auf Alles übergehen. — Ohne Zweifel. — Wie vollzieht sich dieser Übergang? — Hume macht es gewiß, daß er weder durch einen Verstandesschluß geschehe, noch aus der Erfahrung direkt zu folgern sei.

Überweg erklärt sich in seiner »Geschichte der Philosophie«[3] dagegen. Es geschieht dies in einer kurzen Anmerkung, in welcher es heißt, daß durch Schlüsse aus allgemeineren Sätzen (zu denen eine umfassendere Induktion geführt hat) die Gültigkeit minder umfassender Induktionen teils bestätigt und gesichert, teils beschränkt werde[4]. Dagegen ist zu sagen, daß, da für jene allgemeineren Sätze die völlige Allgemeinheit (oder besser Allgemeingültigkeit) nicht bewiesen ist (eben weil sie durch Induktion gewonnen sind), auch allen Schlüssen aus ihnen dieser Mangel des Beweises der Allgemeingültigkeit innewohnt.

Gehen wir nun wieder zu Hume's Meinung zurück, so scheint uns der Nachweis seiner Behauptung vollkommen überzeugend: Unmittelbar klar ist es, daß die Erfahrung, die uns ja eben nur viele Fälle, bei denen wir von kausaler Wirksamkeit reden, und niemals alle darzubieten vermag, uns über die Richtigkeit der Allgemeinheit der Folge von Ursache und Wirkung nicht belehren kann.

Auch wenn man annimmt, daß eine gewisse in der Ursache vorhandene Kraft die Folge der Wirkung hervorbrächte, so ist die Frage erstens gar nicht beantwortet; denn wieso sind wir sicher, daß dieselbe Ursache immer mit derselben Kraft verknüpft ist, wenn sie es öfter gewesen ist?

Zweitens aber ist die Annahme einer in der Ursache wirksamen Kraft überhaupt noch unbewiesen.

Was den ersteren Punkt betrifft, so fühlen wir uns gedrängt, denselben noch näher zu beleuchten. Es scheint dem Menschen nämlich völlig unnatürlich, anzunehmen, es könne ein und dasselbe Ding bald diese, bald jene Kräfte und Eigenschaften besitzen. Aber mit diesem Erscheinen verhält es sich ganz so wie mit dem vorher erwähnten in betreff der jetzt gerade untersuchten Frage. Wir haben eine Meinung

---

[1] Vergl. Fritz Schultze.
[2] Hume, a. a. O. Skept. Zweifel. Abschnitt 2. S. 35.
[3] Band 3. S. 140. Anmerk.
[4] Die Richtigkeit der minder umfassenden Induktionen werde also durch einen Verstandesschluß bewiesen.

von etwas, welche entweder der Erfahrung entnommen oder ein aprioriisches Vermögen in uns ist (das ist noch unentschieden), aber jedenfalls nicht durch Überlegung zu erwerben ist. Dies letztere nun bestreitet in betreff der Meinung, daß dasselbe Ding stets mit den gleichen Kräften und Eigenschaften verbunden sei, Bolliger in seiner Schrift »Das Problem der Kausalität« [1]. Er geht auf das Identitätsgesetz zurück: a ist = a und nicht = non a, d. h. a erscheint und wirkt, wo es vorhanden ist, stets wie a. Dieser Satz ist logisch in der That ganz richtig. Dies zugegeben, würden wir aber — über Hume's Untersuchungen noch hinausgehend — fragen: Und woher stammt denn unsere Logik? Woher haben wir denn unsere Verstandesschlüsse, und wieso sind sie verbürgt? — Wir würden dadurch zu Sätzen kommen, welche diejenigen, welche wir am Schluß dieser Arbeit aussprechen werden, nur als Teile in sich schließen. — Aber lassen wir auch davon ab, so können wir doch fragen: Wie steht es mit der Anwendung des Identitätsgesetzes auf die Wirklichkeit? Woher wissen wir jemals, daß ein a in der That als ganz dasselbe und unter denselben Bedingungen einmal wiederkehrt? — Aus sinnlichen Eigenschaften des a. — Aber können diese nicht trügen? — Der Identitätssatz ist daher — ganz scharf, kritisch genommen — wohl von theoretischer (logischer) Richtigkeit, aber ohne praktische Folgen und daher ohne praktischen Wert.

[1] S. 97 ff.

(Schluß folgt.)

Wissenschaftliche Rundschau.

Zoologie.

Über Sphaerularia bombi.

Da die Lebensgeschichte und der Bau dieses merkwürdigen Wesens neuerdings durch die Arbeiten von A. Schneider und R. Leuckart* endlich vollständig aufgeklärt worden sind, so dürfte es an der Zeit sein, hier die Entwickelung und Lösung der damit verknüpften Fragen im Zusammenhang darzustellen.

Schon der alte Réaumur (und nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, Léon Dufour) hat 1742 das fragliche Tier erkenntlich beschrieben und abgebildet, aber den schlauchförmigen Körper für den durch Anhäufung kleiner Eingeweidewürmer veränderten Magen der Hummelweibchen gehalten. Dufour erst erkannte und benannte 1837 dieses Wesen als eigenes Tier. Ein Jahr später wies v. Siebold nach, daß es ein allerdings sehr eigentümlicher Nematode sei. Lubbock fand 1861, daß das eine Ende der *Sphaerularia* stets ein winziges, etwa 1 mm langes Würmchen trage, welches er für das Männchen hielt, das, wie es ja bei mehreren Nematoden und vielen anderen Tieren vorkommt, zur Zwerggestalt verkümmert dem Weibchen dauernd anhafte und von ihm sich nähre. A. Schneider zeigte sodann 1866, daß diese beiden Teile doch organisch zusammenhängen, daß der kleine Wurm auch keine männlichen Geschlechtsorgane enthält und anderseits die Wand des mit ihm verbundenen Schlauches nicht mit der Körper-, sondern mit der Uteruswand der Nematoden übereinstimmt. Er folgerte daraus (was sich auch jetzt als ganz richtig herausgestellt hat), daß der kleine Wurm ein Weibchen sei, dessen Uterus sich gleichsam bruchsackartig aus der Geschlechtsöffnung nach außen hervorgestülpt habe und dann selbständig zu so bedeutender Größe (er wird bis 15 mm lang) herangewachsen sei, wobei auch das Ovarium und eine Schlinge des Darmes mit hereingezogen werde.

* A. Schneider, Monogr. d. Nematoden 1866. — Ders., Über die Entwickelung der *Sphaerularia Bombi*. Zoolog. Beitr. Bd. I, Breslau 1883. — R. Leuckart, Über die Entwickelung der *Sphaerularia bombi*. Zool. Anz. 1885. — A. Schneider, Fortgesetzte Untersuchungen über *Sphaerularia Bombi*. Zool. Beitr. Bd. I, 1885. — R. Leuckart, Über *Sphaerularia bombi*, Nachtrag und Berichtigung. Zool. Anz. Nr. 197, 15. Juni 1885.

Es galt nun zunächst festzustellen, wo sich die junge Brut der *Sphaerularia*, die man zu Tausenden in der Leibeshöhle der infizierten Hummelweibchen findet, weiterentwickelt, wann und wie sie in die Hummeln eindringt u. s. w. Diesen Lebensgang hat A. Schneider 1883 nach ausgedehnten und mühevollen Untersuchungen fast völlig aufgeklärt und die letzten Lücken durch seine zweite Mitteilung (1885) ausgefüllt. Dem nachstehenden Berichte hierüber ist jedoch der Einfachheit halber zugleich ein Teil der von Leuckart gewonnenen Resultate einverleibt worden.

Bei Beschaffung der Brut zeigte sich, daß in manchen Gegenden (z. B. bei Gießen) nur auf ca. je 140, in anderen aber auf je 6 und selbst 4 Hummeln eine *Sphaerularia* kommt. Von den im April und Mai aus der Leibeshöhle der Hummeln befreiten Embryonen läßt sich meist nur ein kleiner Teil in reinem Wasser oder in feuchter Erde am Leben erhalten, die anderen sterben infolge von Pilzentwickelung ab, jedenfalls aber nur deshalb, weil sie noch nicht den Reifezustand erreicht hatten, in welchem sie freiwillig ausgewandert sein würden. Denn nicht erst nach dem Tode des Wirtes, sondern noch bei dessen Lebzeiten, im Mai und Juni bahnen sich normalerweise die Embryonen mittels eines kleinen Stachels an ihrem Vorderende den Weg durch die Wand des Hummeldarmes hindurch in dessen Lumen hinein, worauf sie wahrscheinlich mit den Exkrementen entleert werden (bei gefangenen Hummeln ließ sich das nicht konstatieren, weil dieselben keine Fäces entleeren, dies vielmehr wie die Bienen wohl nur im Freien während des Fliegens thun). Eine Einwanderung in Pflanzen oder in einen tierischen Zwischenwirt findet nicht statt, die Embryonen halten sich den ganzen Sommer über ziemlich ruhig, ohne Nahrung aufzunehmen und ohne wahrnehmbare Veränderung in der feuchten Erde auf. Merkwürdigerweise bleiben sie auch bis in den November hinein so unbeweglich und entwickeln sich nicht weiter, wenn man sie in Gefäßen mit etwa 1 cm hohem Wasserstand hält; wird aber der Boden nur eben feucht gehalten, so beginnen sie plötzlich im Anfang September sich zu häuten. Dies erfolgt wie bei anderen Nematoden zweimal, und zwar ziemlich rasch hintereinander. Vor der ersten Häutung sind die Geschlechtsorgane nur als ein- oder zweikernige Zellen vorhanden, bis zur zweiten Häutung, im Larvenstadium, wachsen die inneren Teile, und im Imagostadium sind die Geschlechtsorgane fertig und nach außen offen. Dabei verläßt aber das Tier die beiden von ihm abgelösten Häute nicht, sondern bleibt darin wie in Futteralen stecken; es kann sich sogar nach Belieben darin umwenden, zugleich aber auch mit ihnen Ortsbewegungen ausführen.

Nach einigen Wochen jedoch werden diese Häute abgeworfen und die Männchen und Weibchen treten frei zu Tage. Diese sind etwa 1 mm lang, der Stachel an ihrem Vorderende ist noch etwas länger und stärker geworden; hinter dem gestreckten, am Hinterende verdickten Schlundrohr folgt der gerade Mitteldarm, dessen Wandung (wie übrigens wohl bei allen Nematoden) aus nichts weiter als zwei Längsreihen großer, lang rhombenförmiger Zellen besteht, die auf der Rücken- und der Bauchseite je in einer Zickzacklinie zusammenstoßen. Ein Mastdarm mit After

ist zwar vorhanden, scheint aber nicht mit dem Chylusdarm in Verbindung zu stehen; auch dient dieser ja wie erwähnt nicht zur Nahrungsaufnahme, der Wurm bestreitet vielmehr alle Ausgaben für sein Leben und seine Entwickelung ausschließlich aus den in seinen Darmzellen massenhaft angehäuften, aus dem Ei mitgebrachten Reservestoffen. Die kurz vor dem After liegende Geschlechtsöffnung — welche Lage ganz der Stelle entspricht, wo der ausgebildete „*Sphaerularia*"-Schlauch an dem kleinen Nematoden festsitzt (s. oben S. 213) — führt in eine einfache Genitalröhre, an der eine enge Vagina, ein weiterer, aus polyedrischen Zellen zusammengesetzter Uterus und ein feiner, ziemlich langer Eierstocksfaden mit zunächst noch äußerst kleinen Eikeimen zu unterscheiden sind. — Die wenig kleineren Männchen zeichnen sich im reifen Zustande durch eine mächtige, mit zahlreichen, äußerst winzigen Spermazellen gefüllte Samenblase aus.

An diesen Formen hat nun Leuckart auch die systematische Stellung der *Sphaerularia* sicher bestimmen können. Sie gehört zu der Familie der *Anguillulidae* (welche u. a. auch die durch ihre Heterogonie bekannte *Rhabditis nigrovenosa*, das Essigälchen *Anguillula aceti*, den Fadenwurm der Rübenmüdigkeit *Heterodera Schachtii* umfaßt), Gattung *Tylenchus*, der jetzt auch das Weizen- und das Kardenälchen (*T. scandens* oder *tritici*, *T. dipsaci*) zugezählt werden, von denen sie aber eben durch ihren Lebensgang bedeutend abweicht. — In dem beschriebenen freien Zustande, der meist in die erste Hälfte des Oktober fällt, muß jedenfalls auch die Begattung vor sich gehen (beobachtet wurde dieselbe nicht) und die Männchen scheinen dann abzusterben; was aber geschieht mit den befruchteten Weibchen? Da um diese Zeit nur noch befruchtete, zur Überwinterung sich anschickende Hummelweibchen am Leben sind und da ausgebildete *Sphaerularia* bisher überhaupt nur im Frühjahr in solchen überwinterten Königinnen gefunden wurden, so können jene wohl nur im Herbst in letztere einwandern; aber auf welchem Wege?

Dieser Frage hat Schneider zahlreiche Versuche gewidmet. Bevor er die oben geschilderte Entwickelung der freien Embryonen ermittelt hatte, glaubte er durch direkte Verfütterung derselben an Arbeiter, Weibchen oder Larven der Hummeln zum Ziele zu kommen. Das gelang bei letzteren ganz leicht, bei den anderen aber zeigte sich, daß, obgleich sie das mit *Sphaerularia*-Embryonen versetzte Honigwasser begierig aufsogen, doch keiner derselben in ihren Darm eindrang: die nach vorn gerichteten Härchen der Unterlippe bilden nämlich ein so ausgezeichnetes Filter, daß selbst fein zerriebene Farbstoffe darin zurückgehalten werden — ein Vorzug, dessen sich übrigens auch die Dipteren erfreuen. Feste Nahrung aber nehmen die Hummeln in der Gefangenschaft nicht zu sich. Erst die mit besonderer Vorsicht ausgeführte künstliche Fütterung führte so weit, daß die Embryonen wirklich verschluckt wurden. Allein weder hier noch bei den Larven entwickelten sie sich oder drangen in die Leibeshöhle ein. — Sonderbarerweise hatten dann spätere Fütterungsversuche mit geschlechtsreifen *Sphaerularia*-Weibchen bei befruchteten Königinnen auch keinen Erfolg, dagegen wuchsen sie im Darm von Hummellarven deutlich heran — leider aber konnten diese nur 4

bis 5 Tage am Leben erhalten werden. Schneider schloß daraus natürlich, daß die Einwanderung auch normalerweise in die Larven der Königinnen erfolge. Das konnte am ehesten so geschehen, daß jede mit *Sphaerularia* behaftete Königin das von ihr selbst gegründete Nest und so auch die darin aufgewachsenen Larven infiziert; und dafür schien auch noch der Umstand zu sprechen, daß, während sonst die Einwanderung von Nematoden in die Leibeshöhle von Insektenlarven die Entwickelung der Geschlechtsorgane aufhebt, diese bei den infizierten Hummeln wohlausgebildet und mit scheinbar reifen Eiern versehen sind. Allein selbst an einem Orte, wo zur eigentlichen Flugzeit der Königinnen (im Mai) jede vierte mit *Sphaerularia* behaftet war, fand sich später unter zehn Hummelnestern mit Königinnen darin nicht eines und nicht eine infiziert, während anderseits dreißig am 1. Juni im schlesischen Gebirge gefangene Königinnen sämtlich den Schmarotzer beherbergten. Um diese Zeit pflegen aber die Königinnen sonst gar nicht mehr zu fliegen, sondern sich in den Nestern aufzuhalten; jene dreißig scheinen also offenbar lauter solche Individuen gewesen zu sein, die eben wegen ihrer Infektion keinen Staat gründeten, und es ist sonach mehr als wahrscheinlich, daß die infizierten Hummeln doch nicht zur Eiablage gelangen, sondern sich noch eine Zeitlang herumtreiben und dann sterben. Die *Sphaerularia*-Embryonen müssen also wohl mit den Fäces im freien Felde ihren Wirt verlassen. Daß sie dort sich an die Beine von Arbeiterinnen anhängten, so in die Hummelnester getragen und mit dem Futterbrei den jungen Hummellarven durch ihre ahnungslosen Pflegerinnen selbst beigebracht würden, wie Schneider zuerst annahm, ließ sich kaum mehr festhalten, nachdem ermittelt war, daß sie erst anfangs Oktober aus ihren Larvenhüllen frei werden, und vollends nachdem sich herausgestellt, daß auch später im Jahr untersuchte Hummelnester aus *Sphaerularia*-reicher Gegend nie eine Spur des Parasiten enthielten. In der That gelang es dann bei erneuten Versuchen doch, bei jungen Königinnen, die über mit reifen Sphaerularien besetzten Blumentöpfen gehalten wurden, die Einwanderung zu konstatieren: am 20. Oktober fanden sich zwischen den Malpighi'schen Schläuchen von *Bombus terrestris* vier sehr junge Sphärularien von sehr verschiedener Größe, sämtlich mit dem ausgestülpten Uterus, dessen Größe aber zum Teil nur erst derjenigen des ganzen Tieres gleichkam. Obgleich die Art des Eintritts nicht beobachtet wurde, so kann derselbe doch kaum anders als durch den Mund erfolgt sein. Im Laufe des Winters, darf man annehmen, wächst dann der ausgestülpte Uterusschlauch zu seiner vollen Größe heran und im Frühjahr werden die Eier abgelegt, aus denen endlich die die Leibeshöhle der Hummel erfüllenden Embryonen hervorgehen, von welchen unsere Schilderung ausging.

Die Beobachtungen Leuckart's, die noch in mehreren anderen Hinsichten wesentlich ergänzend hinzutreten, wurden an Hummelköniginnen angestellt, die im Februar bei Zürich einzeln aus ihren Winterverstecken ausgegraben worden waren. Die darin meist in größerer Zahl gefundenen *Sphaerularia*-Weibchen (einmal bis 16) waren ca. 1,3 mm lang und hatten sich sämtlich begattet, da der Uterus strotzend mit Samen ge-

füllt war. Der ausgestülpte Teil der Genitalröhre (die Vagina) maß bis 3 mm Länge, in zwei Fällen aber, wo sie kaum zur Hälfte umgestülpt war, nur 0,11 mm. Die Würmer lagen nicht bloß frei zwischen den Windungen des von den Malpighi'schen Gefäßen umsponnenen Darmabschnittes, sondern auch am vorderen Abschnitt des Magens zwischen den Muskelfasern der äußeren Darmwand, so daß nur ihre Schläuche wie Zotten frei in die Leibeshöhle hineinragten. Der in der *Sphaerularia* neben dem Uterus entlang ziehende Zellenstrang scheint nicht eine Schlinge des Darmes, sondern ein allerdings von diesem ausgehender, aber solider Zellkörper zu sein, der überdies mit beiden Enden des Schlauches, besonders mit dem hinteren, fest verbunden ist und anfangs mit seinen Zellen, die zuletzt die kolossale Größe von 1 mm (mit 8 bis 10 Kernen) erreichen, Ovarium und Uterus umschließt. Die Reifung der Eier beginnt erst, wenn die *Sphaerularia* zu beträchtlicher Größe herangewachsen ist.

Die bisher angegebenen Zeiten für die Entwickelung der Embryonen, der Imagines u. s. w. werden übrigens oft nicht eingehalten. Schneider gibt an, daß man im April in den Hummeln noch viele erst in der Furchung begriffene Eier antreffe, die sich zu Embryonen entwickeln, welche zwar ausschlüpfen, aber bald sterben sollen; und ebenso finde anderseits die Metamorphose vereinzelt auch schon im Juni, Juli und August statt; und nach Leuckart enthielten seine im Mai und Juni besetzten Terrarien noch Ende Februar einzelne kaum irgendwie veränderte Würmchen. Das läßt zugleich begreiflich erscheinen, was aus anderen Thatsachen gefolgert wurde, daß eine Hummel auch zweimal, mit längerem Intervall, infiziert werden kann. Daß der eigentliche Wurm später ganz verschwinde und der Genitalschlauch allein fortbestehe, wie Leuckart angibt, stellt Schneider übereinstimmend mit Lubbock in Abrede.

Sphaerularia, oder wie man jetzt wohl besser sagen würde, *Tylenchus bombi*, ist der einzige bisher bekannte Nematode, der in seinen Wirt erst dann einwandert, wenn seine Geschlechtsorgane vollkommen ausgebildet sind, und darum eben war es so schwierig, ihn durch seine verschiedenen Stadien hindurch zu verfolgen. In bezug auf seine merkwürdigste Eigentümlichkeit aber, die Ausstülpung der mächtig anwachsenden Genitalröhre, steht er doch nicht so ganz vereinzelt da, denn darin gleicht ihm augenscheinlich sehr der von Cobbold als *Simondsia paradoxa* beschriebene Wurm, der im Magen eines aus Deutschland nach England eingeführten Schweines gefunden worden ist. »Das 16 mm lange Weibchen sitzt in einer Cyste der Magenwand, welche durch eine Öffnung mit dem Magen selbst in Verbindung steht und durch welche der Kopf herausgestreckt wird. Die Männchen haben die gewöhnliche Nematodengestalt. Bei den Weibchen ist aber aus der in der Nähe des Schwanzes befindlichen Vulva der Uterus hervorgetreten und bildet einen mächtigen gelappten Beutel, welcher die Geschlechtsorgane enthält.« Auch Cobbold hat bereits die Ähnlichkeit mit *Sphaerularia* hervorgehoben und sich mit Schneider's Auffassung der letzteren einverstanden erklärt.

Botanik.

Über den Einfluss der Standortsverhältnisse auf die anatomische Struktur der Pflanzen.

Durch DE BARY's »Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne« ist für die Botanik ein Forschungsgebiet eröffnet worden, das namentlich in den letzten Jahren eifrige Pflege gefunden hat. Die einschlägigen Untersuchungen drehen sich in letzter Linie um die Frage: Lassen sich die anatomischen Merkmale systematisch verwerten?

In der Taxonomie werden jene Charaktere als die wertvollsten zu gelten haben, welche dem verändernden Einfluß äußerer Einwirkungen am wenigsten unterliegen, denen also selbst unter verschiedensten Lebensbedingungen der Pflanze ein gewisser Grad der Stabilität zukommt. Wenn die Systematik zur Charakterisierung wenig umfangreicher taxonomischer Begriffe auf morphologische Merkmale basiert, wenn sie die Grenzen benachbarter Familien, den Umfang eines Gattungs- oder eines Artbegriffs durch morphologische Merkmale zu stützen sucht, so spricht sie damit die Ansicht aus, daß diesen äußern Formenverhältnissen der von ihr zu wünschende Grad von Stabilität zukomme. Und je mehr sie von anatomischen Merkmalen zur Unterscheidung auch engerer Gruppen abstrahiert, um so mehr gesteht sie stillschweigend zu, daß sie den Strukturverhältnissen eine Bedeutung für die Taxonomie nicht zuschreibe.

Mit diesen Anschauungen, die als die leitenden Ideen vor allem der ältern Systematik zu gelten haben, harmonieren nun jedenfalls schon die Thatsachen, welche DE BARY's Werk zu Grunde liegen, nicht mehr völlig, insofern wenigstens zur Unterscheidung größerer Gruppen die anatomischen Merkmale in nicht geringerem Grade wie die morphologischen zu verwerten sind. Wenn wir aber auch heute noch, trotzdem verschiedene Botaniker, unter denen namentlich jene aus der Schule VAN TIEGHEM's eine hervorragende Stellung einnehmen, systematisch-histologische Versuche unternehmen, oft von nicht minder beachtenswerter Seite die Bedeutung der Anatomie für die Charakterisierung kleinerer Gruppen verneinen sehen, so will uns die Frage der Beachtung wert erscheinen: In welchen Ursachen liegt es begründet, daß die Berechtigung einer histologischen Systematik in guten Treuen bestritten werden kann? Die Erörterung dieser Frage wird uns mit den Bedingungen einer systematischen Anatomie bekannt machen.

Wir sagten, daß den stabilsten Charakteren der größte taxonomische Wert zukommen müsse. Kann das Medium, in welchem ein pflanzlicher Organismus lebt, auf die Struktur der Pflanze einen Einfluß ausüben, dann werden jedenfalls die in den anatomischen Strukturverhältnissen vermuteten Analogien zweier verwandter Pflanzen mehr oder weniger bedeutend verwischt werden können. Lassen wir eine Beeinflussung gelten, so wird sie eine Adaption sein müssen, d. h. also, die Beeinflussung wird auf die unter gleichen Bedingungen lebenden Arten gleichsinnig sein müssen. Es müßten also Pflanzen, die, nach ihren

morphologischen Charakteren zu urteilen, im System, das uns ja der Ausdruck der verwandtschaftlichen Beziehungen sein soll, weit auseinander liegen, in bezug auf ihre anatomischen Merkmale einander ähnlicher werden. Umgekehrt müßten Pflanzen naher Verwandtschaft, aber verschiedener Lebensweise in ihrem anatomischen Bau um so verschiedenartiger erscheinen, je differenter ihre Lebensweise ist. Es wird also bei einer Untersuchung der Beeinflussung des anatomischen Baues durch äußere Medien in letzter Linie darauf ankommen, zu bestimmen, welche Strukturverhältnisse am stärksten beeinflußt werden.

Die grundlegende Arbeit für alle Untersuchungen über die Beziehungen zwischen anatomischem Bau der Pflanzen und dem durch die Lebensweise bedingten Bedürfnis derselben ist Schwendener's »Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotyledonen mit vergleichenden Ausblicken auf die übrigen Pflanzenklassen«. Durch sie wurde der überraschende und bedeutungsvolle Nachweis geleistet, daß jene Elemente, welche vermöge ihrer physikalischen Beschaffenheit der Festigung der Pflanze dienen können, eine solche Anordnung besitzen, wie sie rücksichtlich der zu erfüllenden Leistungen nach den Forderungen der mechanischen Gesetze angeordnet sein müßten. An der Adaption der Pflanzen läßt diese eine Arbeit nicht mehr zweifeln.

Im nachfolgenden wollen wir den geneigten Leser mit den wichtigsten Ergebnissen zweier einläßlicher Arbeiten bekannt machen, welche uns ganz besonders schön den Einfluß der Standortsverhältnisse auf die Struktur der Pflanzen klarlegen, um damit jene Basis zu gewinnen, die wir als unerläßlich erachten für eine vorurteilslose Stellungnahme zu der Frage von der Bedeutung der Anatomie für die Systematik. Es sind zwei Untersuchungen von Costantin, über welche wir referieren:

1) Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones. Annales d. sc. nat. VI. série, tome XVI, pag. 5—176.
2) Structure de la tige des plantes aquatiques. Annal. d. sc. nat. VI. série, tome XIX, pag. 257—331.

Costantin's Untersuchungen sind für uns deshalb von ganz besonderer Bedeutung, weil sie die zu prüfende Abhängigkeit der Struktur nicht ausschließlich auf vergleichend anatomischem Wege zu erschließen suchen, vielmehr die zahlreichen Arbeiten dieser Richtung dadurch ergänzen, daß sie in harmonischer Weise die vergleichende Methode mit der experimentellen verbinden.

In erster Linie fragen wir uns: Welche Modifikationen erleidet die Struktur des Pflanzenorganes, das normal ein Luftteil ist, dadurch, daß man dasselbe im Boden sich entwickeln läßt?

Die Versuche wurden in der Art angestellt, daß einige Internodien des normal oberirdischen Stengelteiles unter dem Boden gezogen wurden. Pflanzen sehr verschiedener Familien, wie *Faba vulgaris*, *Ricinus communis*, *Rubus fruticosus*, *Solanum tuberosum*, *Tropaeolum majus* u. s. f. dienten als Versuchsobjekte.

In erster Linie ruft die veränderte Lebensweise einer Reihe von Veränderungen der ektodermalen Gewebe, der Epidermis, des Rindenparenchyms, des Kollenchyms und des Korkgewebes. Hand in

Hand mit der Strukturveränderung gehen einige morphologische Abänderungen. Die Stomata der Epidermis werden verringert, das Rindenparenchym wird bedeutend, aber bei verschiedenen Arten in sehr ungleicher Weise verdickt. Während z. B. bei *Ricinus communis* dasselbe im Mittel von 45 Maßeinheiten auf 58 heranwächst, also eine Zunahme von 29 % erfährt, beträgt dieselbe bei der Kapuzinerkresse 44 % der ursprünglichen Mächtigkeit, bei *Rubus fruticosus* 150 %, bei *Faba vulgaris* sogar 828 %. So verschiedenartig also nach diesen Zahlen die Wirkung auf das Rindenparenchym zu sein scheint, es läßt sich aus den vielen Zahlen der Tabellen Costantin's die Gesetzmäßigkeit ableiten, daß das Rindenparenchym der im Boden gezogenen normal oberirdischen Pflanzenteile eine um so bedeutendere relative Verdickung erfährt, je schwächer dasselbe am Luftteil entwickelt ist.

Auffallend ist vor allem die an den unterirdischen Internodien bemerkbare Korkentwickelung. Schon in den Zellwänden der Epidermis wird eine vermehrte Korkbildung beobachtet. Die normal vorhandene Cuticula ist also nicht mehr eine den Bedürfnissen dieses Pflanzenteiles entsprechende Schutzbildung. Gewöhnlich verbleibt es aber nicht bei dieser Verkorkung der Wandungen der Epidermiszellen. Vielmehr entwickeln sich eigentliche Korkschichten, die oft eine bedeutende Dicke (*Azalea*) erreichen. Die Bildung derselben ist aber von dem Vorhandensein eines Phellogens abhängig, jenes aus tafelartigen Zellen bestehenden Teilungsgewebes, das durch tangentiale Teilung der Oberfläche des Organes zugekehrte Zellen entstehen läßt, deren Wände rasch verkorken. Es wird also durch die veränderte Lebensweise eine tief eingreifende funktionelle Veränderung bestimmter Zellen erzeugt, indem solche, die sich normal als Zellen eines Dauergewebes erweisen, zu Zellen eines Teilungsgewebes werden. Zugleich aber dürfte aus dieser Beobachtung der Schluß gezogen werden, daß jede lebende, d. h. kernhaltige, protoplasmareiche Zelle je nach den Bedürfnissen der Pflanze zur Zelle eines Teilungsgewebes werden kann.

Frappierend ist das in einigen Fällen zu beobachtende völlige Schwinden der Kollenchymzellen an eingegrabenen Luftpartien. Von zwei gleichzeitig sich entwickelnden Keimen von *Solanum tuberosum* wird der eine zur Luftachse, der andere wird eingegraben und bleibt eine unterirdische Achse. Die verschiedenen Kulturmethoden rufen zunächst einigen morphologischen Differenzen. Die unterirdische Achse entwickelt Adventivwurzeln, während diese an der oberirdischen völlig fehlen. Eine ganz ähnliche Beobachtung wurde übrigens auch an *Faba vulgaris* gemacht. Von den Epidermiszellen der eingegrabenen Achse aus entstanden wurzelhaarähnliche Verlängerungen, welche allerdings keine bedeutende Länge erreichen. An beiden Achsenteilen beginnt die Entwickelung von Blättern. Zu lebenskräftigen Organen werden sie aber nur an der oberirdischen Achse, sie serbeln an der unterirdischen. In den Blattachseln entwickeln sich Zweige. Im Verhältnis zum Blatt erscheinen sie an der oberirdischen Achse bedeutend reduziert, ein umgekehrtes Verhalten zeigt die eingegrabene Achse. Es schienen sich diese Zweige gerade auf

Kosten der Blätter, in deren Achseln sie entstehen, zu entwickeln. So weit die morphologischen Differenzen. Unter den Strukturverschiedenheiten der beiden genetisch gleichwertigen Achsen ist jedenfalls das völlige Fehlen des Kollenchyms an der eingegrabenen Achse die überraschendste.

Im normalen Zustand beobachten wir auf einem Querschnitt durch die Achse von *Solanum tuberosum* unmittelbar unter der Epidermis einen mehrere Zellreihen umfassenden, starken Ring kollenchymatischer Zellen dem Rindengewebe eingelagert. Es sind zwei Arten von Kollenchymzellen bekannt, die übrigens durch vielfache Übergänge miteinander verbunden sind, prosenchymatische und parenchymatische Kollenchymzellen. Sie besitzen partiell verdickte Zellwände, indem sich die Verdickungen auf die Kanten beschränken oder doch jedenfalls hier beträchtlicher sind als an jeder andern Stelle der Zellwände. Da die dünnen Stellen der Zellmembranen für Wasser und die der Ernährung dienenden Säfte durchdringbar sind, sind die Kollenchymzellen lebend. Elastizität und Festigkeit derselben sprechen dafür, daß wir in ihnen Festigungselemente haben. Nach Giltay sollen dieselben auch zur Einschränkung der Transpiration dienen. Mag ihnen nun die eine oder andere der beiden Leistungen zukommen oder mögen sie beiden Funktionen obliegen: das so überraschende Schwinden derselben an den eingegrabenen Achsen wird uns verständlich sein. Die Verminderung der Zahl der Spaltöffnungen, die starke Entwickelung der Korksubstanz verringern die Gefahr zu großer Transpiration ganz bedeutend. Ein Gewebe, dessen Bedeutung in der Herabsetzung der Wasserverdunstung an einem Luftteil liegt, wird also nach dem Gesetz des Schwindens eines Organes, das außer Gebrauch gesetzt wird, eine mehr oder weniger bedeutende Rückbildung erfahren müssen. Sehen wir in diesen Kollenchymzellen nach dem Vorgang Schwendener's ein schwächer entwickeltes Stützgewebe, so wird das Schwinden auf die gleiche Ursache zurückzuführen sein.

Nicht minder wirkt die Veränderung der normalen Lebensweise auf die weiter nach innen liegenden Gewebeteile, vor allem auf die Festigungselemente der Achsen. Wie uns Schwendener's und Haberlandt's Untersuchungen lehren, ist die periphere Anordnung der Festigungselemente das Resultat einer vollkommenen Anpassung, indem diese Anordnung die Biegungs- und Stützfestigkeit oberirdischer Pflanzenteile bedingt. Bei eingegrabenen Achsen von *Cucurbita*, *Ricinus*, *Rubus* u. s. f. sind diese starken Gruppen strangbildender Bastfasern verschwunden, in andern Fällen erscheinen sie wenigstens viel schwächer, und in noch andern Fällen, wo normal ein geschlossener Festigungsring beobachtet wird, erscheint derselbe am eingegrabenen Achsenteil nicht mehr so dick und nicht mehr zusammenhängend.

Auch die Fibrovasalstränge werden durch die neuen Lebensbedingungen wesentlich affiziert. Das Kambium erscheint spärlicher und eine natürliche Folge dieser Reduktion des Holz- und Bastbildungsgewebes, der Holzteil selbst ist verringert. Vor allem aber sind die im Xylem liegenden Gefäße schwächer entwickelt und in geringerer Zahl vorhanden, so daß durchschnittlich auf fünf Gefäße im Gefäßbündel des Luftteiles

drei im unterirdischen Teile kommen. Diese Reduktion scheint uns in enger Beziehung zum veränderten Wasserbedürfnis zu stehen, wie namentlich durch später zu erwähnende Beeinflussung der Zahl und Größe der Gefäße durch Wasserkultur erwiesen wird.

Die Art der Beeinflussung der Dicken-Entwickelung des Markes und der Rinde erläutern uns folgende Zahlen:

	Unterirdisch			Oberirdisch		
	Rinde	Mark	Verhältnis	Rinde	Mark	Verhältnis
Cucurbita Pepo . .	71	216	3	65	392	6
Faba vulgaris . . .	65	130	2	7	85	11
Solanum tuberosum	52	192	4	32	205	7
Rubus fruticosus .	25	120	5	11	145	14

Die Dicke des Markes im Verhältnis zur Rinde ist also im oberirdischen Teil der Achse stets größer als im unterirdischen, auch in jenen Fällen, wo eine absolute Zunahme des Markes am unterirdischen Achsenteil zu konstatieren ist.

Die auf experimentellem Wege erzielten Veränderungnn von Luftachsen, die eingegraben werden, sind also:

1) Verminderung der Zahl der Spaltöffnungen.
2) Vermehrung des Rindenparenchyms.
3) Erhöhung der Korkbildung.
4) Reduktion des Kollenchyms.
5) Reduktion der Bastfaserstränge.
6) Verminderung des Kambiums.
7) Reduktion der Gefäße nach Größe und Zahl.
8) Verminderung der Verhältniszahl zwischen Rinde und Mark.

Den durch das Experiment gewonnenen Resultaten stellt Costantin die der vergleichenden Methode gegenüber. Beide Methoden ergänzen sich. Je gleichartiger die Resultate sind, zu denen beide Untersuchungsweisen führen, um so sicherer sind die aus ihnen gezogenen Folgerungen. Unterschiede mögen sich ergeben, selbst wenn an der Abhängigkeit der Struktur von den umgebenden Medien nicht gezweifelt werden kann; ja sie sind a priori zu erwarten. Die durch das Experiment erkannte Richtung der Veränderung des anatomischen Baues unter dem Einfluß der unterirdischen Lebensweise wird die vergleichende Methode, da ihre Objekte nicht nur während verhältnismäßig kurzer Zeit unter diesen Bedingungen standen, ausgesprochener finden.

Außerordentlich zahlreich sind die Vergleiche, welche Costantin über die Größenverhältnisse der Rinde zum Mark an unterirdischen und oberirdischen Pflanzenteilen von Arten verschiedenster systematischer Stellung anstellte. Nachfolgende Übersicht enthält eine kleine Auswahl aus der großen Zahl seiner Tabellen.

	Unterirdisch			Oberirdisch		
	Rinde	Mark	Verhältnis	Rinde	Mark	Verhältnis
Orobus tuberosus . . .	15	30	2	7	78	11
Sanicula europaea . .	50	85	1,5	4	60	15
Anemone nemorosa . .	50	125	2,5	11	90	8
Primula elatior	120	80	0,66	22	150	7
Melittis melissophyllum	41	154	3,5	17	220	13
Galium Mollugo . . .	45	52	1,2	10	19	2
Hieracium murorum .	35	60	2	16	270	17
Alchemilla vulgaris . .	62	220	3	30	170	5,5

Diese Zahlen lehren uns zunächst, daß zwischen dem Rinden- und Markteil oberirdischer und unterirdischer Pflanzenteile ein ähnliches Verhältnis besteht, wie wir es aus dem experimentellen Teil bereits erfahren haben. Das Mark ist im Verhältnis zur Rinde im unterirdischen Teil viel schwächer entwickelt als im oberirdischen. An oberirdischen Achsenteilen ist das Mark im Mittel 9,6 mal stärker als die Rinde (Maximum 17 bei *Hieracium murorum;* Minimum *Galium Mollugo* 2). An den eingegrabenen Achsenteilen ist im Mittel das Mark 3,5 mal stärker als die Rinde. Aus unserer voranstehenden Tabelle ergibt sich, daß das Mark unterirdischer Pflanzenteile durchschnittlich zweimal stärker ist als die Rinde. Die Verschiebung des Verhältnisses ist also in der That da, wo das Achsengebilde normal unterirdisch ist, ein stärkeres als da, wo dasselbe künstlich, also auch nur vorübergehend zum unterirdischen gemacht wird; in beiden Fällen aber ist die Veränderung gleichsinnig.

Die direkte Ursache dieser Ungleichheit der Größenrelationen zwischen Rinde und Mark ist nicht stets auf eine einseitige Beeinflussung durch die Lebensweise zurückzuführen. Zwar beobachten wir ausnahmslos, daß die Rinde am unterirdischen Pflanzenteil bedeutend größer ist als am oberirdischen. Durchschnittlich erfolgt eine Dickenzunahme um das dreifache, im Maximum (bei *Sanicula europaea*) um das zwölffache; im Minimum wird wenigstens eine Verdoppelung wahrgenommen. Weniger gesetzmäßig ist die Art des Einflusses auf das Mark. Im allgemeinen ist dasselbe am unterirdischen Teil schwächer entwickelt. Die mittlere Abnahme wird auf 20 % bestimmt. Bei *Hieracium murorum* beträgt aber die Abnahme nahezu 80 %; in andern Fällen aber beobachten wir sogar eine Zunahme des Markes, bei *Galium Mollugo* mehr als eine Verdoppelung. Doch auch in diesen Fällen ist die Verhältniszahl zwischen Rinde und Mark für den unterirdischen Pflanzenteil kleiner als für oberirdische Achsenteile.

Auch andere Ergebnisse der vergleichend-anatomischen Untersuchung stimmen mit den durch die Experimente erzielten Resultaten überein. Bei Repräsentanten verschiedenster Familien wird stets eine bedeutende Vermehrung der Korkbildung an den oberflächlichen Geweben unterirdischer Teile beobachtet. Zugleich erscheint das Rindenparenchym bedeutend vermehrt, indem teils eine Zunahme der Zellen, teils die Zunahme des

Volumens der Zellen zu konstatieren ist. Die zum Stützapparat gehörigen Gewebepartien sind durchgängig vermindert.

Versuch und Vergleichungen ergeben also, daß die unterirdische Lebensweise eines Pflanzenteiles bestimmten anatomischen Veränderungen ruft und daß diese Veränderungen als Adaption an die besondern Lebensbedingungen aufzufassen sind.

In der zweiten oben citierten Abhandlung legt Costantin jene Untersuchungen dar, in welchen der Einfluß des Wassers auf den anatomischen Bau festgestellt wird. Hier wird zunächst durch die Veränderungen, welche im Wasser lebende Teile von Wasser- und Sumpfpflanzen an der Luft erfahren, der Einfluß des die Pflanze umgebenden Mediums auf die Struktur zu bestimmen gesucht. Zu den Versuchen werden *Callitriche stagnalis*, *Peplis Portula*, *Nasturtium officinale*, *Myosotis palustris* verwendet.

In vorzüglichem Grade sind die Wasserpflanzen, mögen wir Arten noch so verschiedener Familien zur Untersuchung wählen, durch das Vorhandensein weiter Lufträume gekennzeichnet. Gewöhnlich beobachten wir ein inneres etwas dichteres Gewebe, in welchem die Gefäßbündel verlaufen, und ein oberflächliches äußeres, das ebenfalls verhältnismäßig dicht ist. Beide Gewebepartien erscheinen auf Querschnitten oft durch einfache Zellreihen miteinander verbunden, so daß der Querschnitt einem Rade zu vergleichen ist mit seinen von der Achse zur Peripherie verlaufenden Speichen (*Myriophyllum verticillatum*). In andern Fällen verzweigen sich diese verbindenden Zellreihen. Stets beobachten wir also unterhalb des Hautgewebesystems ein die zentral gelegenen Gewebepartien umgebendes weitmaschiges, an Lufträumen reiches Gewebe.

Werden nun Teile der genannten Pflanzen, die normal unter Wasser leben, an der Luft gehalten, so ist in erster Linie, selbst nach verhältnismäßig kurzem Aufenthalt an der Luft, eine Verminderung des Umfanges dieser Lufträume zu konstatieren.

Ist diese Art der Beeinflussung auch als eine Anpassung an die neuen Lebensbedingungen aufzufassen? Für die meisten Pflanzen ist die direkte oder indirekte Kommunikation bestimmter Gewebepartien mit der Luft eine Lebensbedingung, indem ja gewisse Bestandteile der Luft bei der Assimilation und der Atmung von der Pflanze verarbeitet werden. Die großen Hohlräume, welche wir in den untergetauchten Teilen von Wasserpflanzen beobachten, sind nun zweifellos nichts anderes als Luftreservoire, deren Inhalt von den der Assimilation und Atmung dienenden Gewebeteilen verarbeitet wird, Behälter, welche die durch die Lage zur umgebenden Luft sehr erschwerte Kommunikation erleichtern. Wird ein früher untergetauchter Pflanzenteil zu einem oberirdischen, dann werden solche Luftbehälter als zwecklos zunächst dezimiert werden, um bei dauernd veränderter Lebensweise völlig zu schwinden.

Eine zweite Veränderung betrifft die Gefäße. Bei allen Wasserpflanzen beobachten wir eine kleinere Zahl von Gefäßen und diese selbst sind enger als die Gefäße von Luftteilen. Daß die Gefäße Wasserleitungsorgane sind, Röhren einer den ganzen Organismus durchziehenden Wasserleitung vergleichbar, ist eine allgemeine Annahme, wenn auch die An-

sichten über die Art der Wasserleitung, ob sich dasselbe in den Gefäßwänden fortbewege oder, was uns viel wahrscheinlicher vorkommt, im Lumen derselben zirkuliere, noch auseinandergehen. Weitere und zahlreichere Gefäße werden da gefordert werden, wo das Wasserbedürfnis ein größeres ist. Bei Wasserpflanzen, beziehungsweise bei im Wasser lebenden Pflanzenteilen ist dasselbe aber geringer als bei Teilen, die an der Luft leben. Nur der kleinere Teil des in die Pflanze eindringenden Wassers wird zum Aufbau verwertet, ist also Konstitutionswasser. Die größte Wassermenge wird zur Deckung des durch die Transpiration zur Ausscheidung kommenden Wassers verbraucht. Das Wasserbedürfnis geht also mit der Stärke der Transpiration Hand in Hand. Diese hinwieder ist aus naheliegenden Gründen bei Wasserpflanzen, beziehungsweise bei im Wasser lebenden Teilen geringer als bei Landpflanzen. Wenn daher Costantin an den an der Luft erzogenen Teilen von Wasserpflanzen neben der Verringerung des Umfanges der Lufthöhlen vor allem eine Vermehrung der Gefäße beobachtet, so erscheint unsere Ansicht, daß die unter dem Einfluß äußerer Verhältnisse zu beobachtende Veränderung des Baues als Adaption aufzufassen sei, wieder bestätigt. Auf Querschnitten von gleichem Umfang wurden bei *Peplis Portula* doppelt so viel Gefäße am Luftteil wie im Wassergewebe gezählt; bei *Callitriche stagnalis* erscheint die Zahl der Gefäße verdreifacht; etwas mehr als verdreifacht bei *Nasturtium officinale*.

Die Kultur von Landpflanzen im Wasser lieferte gerade bezüglich dieses letzten Punktes die schönsten ergänzenden Beispiele. Bei *Vicia sativa* sank die Gefäßzahl um 20 % am mittleren, um 30 % am unteren Achsenteil; ähnlich bei *Phaseolus vulgaris*: bei *Faba vulgaris* an Blättern und Achsen sogar um 60 %.

Wieder werden diesen Resultaten des Versuches jene durch die vergleichende Methode gewonnenen gegenübergestellt. Die bei einer Wasserpflanze vorhandenen Hohlräume in den untergetauchten Pflanzenteilen verschwinden zwar an dem außerhalb des Wassers befindlichen Teil nicht völlig, aber ausnahmslos werden sie, wie wir durch Vergleichungen an verschiedensten Pflanzenarten konstatieren konnten, an dem über dem Wasser befindlichen Teil kleiner. Die Größenabnahme geht dabei durchaus nicht nur mit der etwelchen Verringerung des Querdurchmessers Hand in Hand. An den Blütenstielen von *Nymphaea alba*, *Menyanthes trifoliata*, an der Achse von *Hippuris vulgaris*, von *Ranunculus sceleratus* ist diese Abnahme in leichtester Weise festzustellen. Costantin gibt eine Reihe von Messungen an, aus welchen sich eine Abnahme von 20—34 % ergibt.

Der Einfluß auf das Gefäßbündelsystem äußert sich weniger charakteristisch. Bei amphibischen Pflanzen ist der Einfluß stets ein relativ geringer. Er äußert sich vornehmlich in einer weniger starken Verholzung. Bei den eigentlichen Wasserpflanzen sind dagegen die Gefäße stets weniger zahlreich und vor allem auch weniger voluminös.

Die Vergleichung lehrt auch eine Beeinflussung des zentralen Cylinders, des Markes und des Rindengewebes erkennen, eine Beeinflussung.

die aus dem Verhältnis zwischen Rinde und Mark als eine gesetzmäßige, gleichsinnige zu erkennen ist.

	Luftteil.			Wassergewebe.		
	Rinde	Zentral-cylinder	Verhältnis	Rinde	Zentral-cylinder	Verhältnis
Hippuris vulgaris	45	25	0,5	65	30	0,5
Bidens tripartita	22	150	6,8	65	220	3,3
Polygonum amphibium .	20	250	12,5	25	210	8,4
Ranunculus aquatilis . .	20	90	4,5	90	20	0,2
Hottonia palustris	2	31	15,5	18	5	0,3
Equisetum palustre . . .	70	83	1,2	88	50	0,5

Das Verhältnis zwischen Rinde und Zentralcylinder ist am untergetauchten Teil der genannten Pflanzen fast ausnahmslos ein geringeres. Am Luftteil ist der Zentralcylinder durchschnittlich 3,5 mal stärker entwickelt als die Rinde, am untergetauchten Teil nur mehr 1,6 mal stärker. Auch hier ist die Beeinflussung nicht eine einseitige. Das Rindengewebe erscheint am Wasserteil verdickt und zwar durchschnittlich verdoppelt, der Zentralcylinder im Durchschnitt etwas verringert (Verhältnis von 1 : 0,85). Im einzelnen ist auch hier der Einfluß auf den Zentralcylinder ein sehr ungleichartiger. Beobachten wir z. B. bei *Hottonia palustris* eine Verminderung bis auf $^1/_6$ des ursprünglichen Querschnittes, so läßt sich dem bei *Bidens tripartita* eine Vermehrung vom Querschnitt 1 auf 1,5 gegenüberstellen.

So weit die wichtigsten Resultate der Untersuchungen des französischen Botanikers. Sie lehren also zweifellos eine bedeutende Abhängigkeit der Struktur, des feinern Baues der Pflanze vom umgebenden Medium erkennen. Sie zeigen aber auch, daß die Beeinflussung keine regellose, für jede Art in anderer Weise sich äußernde, nicht vorher zu bestimmende ist.

Hat also die Struktur für die Taxonomie keine Bedeutung? In der That wäre ihr jeder Wert abzusprechen, ließe sich die Veränderung, welche der feinere Bau der Pflanze unter veränderter Lebensweise erfährt, nicht in seinen allgemeinen Zügen vorausbestimmen. So aber ist der Einfluß verschiedener Lebensweisen auf die Organisation gewissermaßen eliminierbar und sind dadurch gleichwertige Vergleichsobjekte zu schaffen, wie die Meteorologen z. B. ihre barometrischen Ablesungen verschiedener Stationen dadurch vergleichbar machen, daß sie dieselben auf eine vereinbarte Höhe reduzieren.

Winterthur. Dr. Rob. Keller.

Litteratur und Kritik.

Werden und Vergehen. Eine Entwickelungsgeschichte des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung von Carus Sterne. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 450 Holzschn. im Text und 25 Taf. in Holzschn. und Farbendruck. Berlin 1886. Gebr. Bornträger (Ed. Eggers). XVI, 783 S. gr. 8^0. (*M* 15.—)

Obgleich dies Buch der Mehrzahl unserer Leser ein lieber alter Bekannter sein wird, so glauben wir doch vielen einen Dienst zu erweisen, indem wir sie auf die vorliegende dritte Auflage aufmerksam machen. Zunächst sei hervorgehoben, daß dieselbe gegenüber der vor 6 Jahren erschienenen zweiten Auflage, die ihrerseits schon bedeutend vermehrt worden war, um 144 Seiten Text, 58 Holzschnitte und nicht weniger als 14 Tafeln bereichert und in sachlicher Hinsicht gründlich durchgearbeitet worden ist, so daß auch die neuesten Forschungsergebnisse berücksichtigt und verwertet wurden. Hat nun auch das Werk dadurch einen recht ansehnlichen Umfang gewonnen, der vielleicht den Laien auf naturwissenschaftlichem Gebiet abschrecken könnte, so wird sich bei näherer Einsicht doch jeder überzeugen, daß die ursprüngliche Tendenz und der Charakter des Buches als einer für weitere Kreise bestimmten anregenden Einführung in die neue Auffassung der Natur und des Menschen vollkommen gewahrt sind. Über diese Punkte hat Verf. selbst seiner Zeit (in der Selbstanzeige der zweiten Auflage, Kosmos, VIII. Band S. 225) so klaren Aufschluß gegeben, daß wir unsere Leser darauf verweisen können; außerdem sei auch an das im Kosmos 1884 II 473 hierüber Gesagte erinnert.

Wenn wir uns in der in- und ausländischen Litteratur umsehen, so dürfen wir uns mit Stolz gestehen, daß kein anderes Werk existiert, das alle die Vorzüge von Sterne's »Werden und Vergehen« in sich vereinigt und innerhalb seines Gebietes eine so bedeutsame Stelle unter den Faktoren der geistigen Weiterentwickelung unseres Volkes einnimmt. Früher konnte man dies wohl von Humboldt's Kosmos sagen. Allein ganz abgesehen von den gewaltigen Fortschritten in der Naturerkenntnis, welche seit Humboldt's Tode gemacht worden sind, unter denen einerseits die Entwickelungslehre, anderseits die mechanische Wärmetheorie mit ihren Konsequenzen ja geradezu umwälzend gewirkt haben, kann jener »Entwurf einer physischen Weltbeschreibung«, wie ihn sein Urheber selbst sehr

richtig charakterisierte, unserer Zeit schon um deswillen nicht mehr genügen, weil er das organische Leben und den Menschen insbesondere gar nicht oder doch nur nebenbei berührt und auch da nur ihr Sein, nicht ihr Werden auffaßt und auffassen konnte. »Werden und Vergehen« aber gibt uns in großen Zügen ein farbenreiches Bild von der Entwickelungsgeschichte des Weltalls und des Erdenlebens, es läßt vor unseren Augen jenes großartige Drama sich abspielen, in welchem ganze Geschlechter und Stämme der Tier- und Pflanzenwelt, Kontinente und Welten auftreten und wieder verschwinden, nicht nach vorbedachtem Plane, aber dennoch einheitlich fortschreitend zu immer komplizierteren Formen der Ausgleichung der Kräfte; und in den letzten sieben Kapiteln verfolgen wir auch die Entstehung und Vervollkommnung des Menschen, seiner geselligen Triebe, seiner Sprache und Kultur, des Schrifttums, der Religionen und Weltanschauungen, deren letzte und höchste, weil wahrste, durch eine meisterhaft klare und übersichtliche Darstellung der Deszendenz- und Selektionstheorie begründet wird, und gelangen endlich in dem Ausblick in die Zukunft (Erdende und Weltende)« zu einem schönen versöhnenden Abschluß.

Mit vollem Recht hält sich Verf., obwohl er keiner Frage aus dem Wege geht und den Leser stets die Unzulänglichkeit unseres heutigen Wissens in so vielen Hinsichten vollkommen klar erkennen läßt, doch von aller unfruchtbaren Polemik fern. Er will nicht kämpfen und Siege erfechten, sondern überzeugen durch gewissenhafte Darlegung der Beweise; und wo diese nicht ausreichen, um einen sicheren Schluß zu ziehen, was ja gar häufig der Fall ist, da bescheidet er sich mit einfacher Gegenüberstellung der Möglichkeiten des Auffassens und Erklärens. Man darf es geradezu als ein ehrendes Zeugnis für die Leser sowohl wie für den Autor eines solchen Buches ansehen, daß es auf beiden Seiten nicht mehr für notwendig erachtet wird, ein geschlossenes dogmatisches Lehrgebäude zu haben, das keine Lücke aufweist, aber auch keinen Zweifel, keinen Fortschritt zuläßt und zulassen darf, ohne sich selbst preiszugeben, — daß dem Gegner nicht mehr, wie zu den Zeiten des naiven Materialismus, mit Vorliebe totale Unkenntnis und Beschränktheit vorgeworfen, sondern ihm zu ruhiger Erwägung empfohlen wird, auf welcher Seite wohl die vernünftigere, klarere und schließlich auch gemütlichere und ethisch befriedigendere Anschauung der Dinge zu finden sei.

So ist denn das ganze, von unermüdlichem Fleiß und staunenswerter Beherrschung des Stoffs zeugende Werk durchaus geeignet, für alle Gebildeten der Nation zu werden, was es in der That für eine große Zahl derselben heute schon ist: ein wahres Hausbuch, das ein jeder in Stunden der Muße gern zur Hand nimmt, um gründliche Belehrung, reiche Anregung zum eigenen Denken und tief innerliche Freude am selbständigen Beobachten und Erforschen der Natur und des eigenen Daseins daraus zu schöpfen.

Aber eben weil wir dies Buch für berufen halten, sich immer mehr eine so hohe Bedeutung für unser Volk zu erringen, können wir nicht umhin, noch auf drei Punkte aufmerksam zu machen, die wir bei der nächsten Auflage geändert zu sehen wünschten. Einmal kommen unter

den zahlreichen Abbildungen — die in Auswahl und Ausführung ebenso wie die ganze typographische Ausstattung des Buches das vollste Lob verdienen — natürlich gar manche vor, die ziemlich komplizierte Organismen oder Organe u. s. w. darstellen. Gewöhnlich wird nun im Text oder der Figurenerklärung nur auf den Punkt verwiesen, den es an der betreffenden Stelle gerade zu erläutern gilt; es ist aber sehr zu befürchten, daß mancher Leser sich in solchen Figuren überhaupt nicht zurechtfinden und daher auch ihren jeweiligen besonderen Zweck nicht recht verstehen wird — ein Mangel, dem sich durch ausführliche, wirklich schildernde Figurenerklärungen leicht abhelfen ließe. — Sodann scheint der Verfasser eigentlich nur solche Leser im Auge gehabt zu haben, die das Buch in einem Zuge durchlesen, denn für denjenigen, welcher dasselbe nur hier und da zur Hand nehmen kann oder über eine bestimmte Frage Aufschluß haben möchte, fehlt es an jeglichem Wegweiser: nicht bloß ein Register, sondern sogar die üblichen Inhaltsangaben der einzelnen Kapitel oder ein Verzeichnis der Holzschnitte sucht er vergebens. Wer würde aber in dem Kapitel »Die Gestalten des Mineralreichs« einen Exkurs über die Lebenskraft, den Homunculus und die Bedeutung des Wassers für die organischen Körper, in dem über die Cölenteraten (»Das Reich der Einträchtigen«) eine Darstellung der *Gastraea*-Theorie oder in dem über »Die Entwickelung des Schrifttums« als Einleitung einen Überblick über die Megalithen, Tumuli und Schalensteine der Vorzeit vermuten? — so naturgemäß sich auch diese Dinge an den betreffenden Stellen einfügen. — Endlich dürfte es wohl am Platze sein, in einem der Schlußkapitel, am besten vielleicht im letzten, wo von Willensfreiheit, Gewissen, Moral, Altruismus u. s. w. die Rede ist, auch auf den Kant'schen Kritizismus und die Erkenntnistheorie überhaupt einzugehen, welche ja zum wahrhaft philosophischen Erfassen der äußeren Natur sowohl wie zu einer sicheren Grundlegung der Soziologie und Ethik geradezu unentbehrlich ist und deren Grundzüge einfach genug sind, um sie mit wenigen Worten auch dem minder Denkgeübten begreiflich zu machen. Möge es uns vergönnt sein, recht bald in einer vierten Auflage dieses ausgezeichneten Buches, das wir hiermit noch jedermann aufs wärmste empfehlen, die eben berührten Mängel verbessert zu sehen.

B. Vetter.

Über Muskelruhe und Gedankenlesen, von Prof. W. Preyer. (Sep.-Abdr. aus Sitz.-Ber. d. Jen. Gesellsch. f. Medizin u. Naturwiss. Jahrg. 1885. Sitzung v. 23. Jan.) 19 S. 8°.

Die Erklärung des Gedankenlesens, nebst Beschreibung eines neuen Verfahrens zum Nachweise unwillkürlicher Bewegungen. Von Prof. W. Preyer. Mit 26 Orig.-Holzschn. Leipzig, Th. Grieben's Verlag (L. Fernau). 1886. V, 70 S. 8°.

Obgleich wir in einem der nächsten Hefte einen Aufsatz unseres Mitarbeiters Herrn Dr. C. Rieger in Würzburg über die Suggestionserscheinungen und das Gedankenlesen bringen werden, wollen wir doch

nicht unterlassen, hier schon auf die beiden obengenannten Schriften und besonders auf die zweite hinzuweisen als die unstreitig beste, klarste und auch den weitesten Kreisen verständlichste Darlegung der im Titel angedeuteten Fragen. Der berühmte Jenenser Physiologe hat sich entschieden ein großes Verdienst um die Wissenschaft sowohl als auch um die allgemeine Bildung erworben, indem er, wie seiner Zeit die aufsehenerregenden Erscheinungen des Hypnotismus, so nun auch die Faktoren, welche das sog. Gedankenlesen ermöglichen, nach genauen Methoden analysiert, die zum Zustandekommen der Produktionen notwendigen Bedingungen ermittelt, das Wesen und die sehr engen Grenzen derartiger »Übertragungen« bestimmt festgestellt und so das Ganze seines wunderbaren Nimbus, womit unkritische und glaubenssüchtige Geister es zu umgeben vermochten, gründlich entkleidet hat.

Verf. ist schon bei seinen Untersuchungen an Neugebornen und Säuglingen darauf aufmerksam geworden, daß bei ihren sämtlichen noch unwillkürlichen Bewegungen zwei wesentlich verschiedene Arten auseinander zu halten sind: 1) die impulsiven, auf noch ungeregelten Muskelzusammenziehungen beruhend, die im späteren Leben fast völlig in willkürliche, bewußte Bewegungen übergehen und von diesen verdrängt werden, jedoch auch dann noch durch sehr empfindliche graphische Vorrichtungen (Verf. beschreibt ausführlich den von ihm erfundenen und mit bestem Erfolg verwerteten Apparat, der sogar das Pulsieren des Fingernagels selbst aufzeichnet) sichtbar und durch das Mikrophon auch hörbar gemacht werden können; 2) aber solche, die unter dem Einflusse lebhafter Vorstellungen entstehen und die nur unter ganz besonderen Umständen sich fixieren lassen, die man aber deutlich fühlen kann; und diese sind es, die allein beim Gedankenlesen die Hand oder die Stirnhaut u. s. w. des Führenden über die einzuschlagende Richtung, über jede von ihm auszuführende Bewegung unterrichten. Der »Führer« hat dabei bekanntlich nur seine gespannte Aufmerksamkeit auf die gestellte Aufgabe zu konzentrieren; unbewußt und unwillkürlich regt diese Vorstellung in ihm und besonders in den frei ausgestreckten Extremitäten sehr schwache stoßende, ziehende, drückende Bewegungen an, die ihren Charakter von selber ändern, jenachdem eine Annäherung an den betreffenden Gegenstand etc. stattgefunden hat oder nicht; und der »Gedankenleser« hat nun seinerseits nichts weiter zu thun, als unablässig nur auf diese schwachen Bewegungen zu achten, sie von allen anderen zu scheiden und sich willenlos und ohne jemals ungeduldig zu werden von ihnen leiten zu lassen. Es handelt sich für ihn in allen Fällen nur um eine räumliche Orientierung, selbst wenn eine Figur gezeichnet oder eine Melodie erraten werden soll — wozu stets ein Klavier oder dergleichen erforderlich ist. Von einem wirklichen Lesen oder Erraten der Gedanken des Andern ist gar keine Rede; weiß doch der Gedankenleser meist gar nicht, was er berührt, gezeichnet oder geschrieben hat. So erweist sich denn das ganze wunderbar erscheinende Vermögen, das aber jeder an Selbstbeobachtung Gewöhnte durch einige Übung oder sogar (wie auch Ref. bestätigen kann) ganz ohne solche sich erwerben kann, als eine einfache Verfeinerung der Beobachtungen, die man alltäglich an

Anderen zu machen in der Lage ist, wenn diese irgend eine unbequeme oder schwierige Bewegung ausführen, z. B. beim Schreiben, beim Kegelspiel u. s. w. — Schließlich wird auch noch gezeigt, wie leicht beim Erraten aufgeschriebener Worte und Zahlen absichtliche Täuschungen auf die eine oder andere Weise vorkommen können.

Besondere Beachtung verdient der letzte Abschnitt »Über Experimente, welche eine unmittelbare Gedankenübertragung beweisen sollen« deshalb, weil darin die von Prof. Ch. Richet in Paris angestellten Versuche, durch die er eine solche Übertragung ohne jede körperliche Verbindung bewiesen zu haben glaubte, einer einschneidenden Kritik unterzogen sind. Ein Auszug daraus läßt sich nicht wohl geben; wir können nur jedem, der — als Gläubiger oder als Zweifler — solchen Produktionen, die ja nur zu leichtherziger Weise als Belege einer hilfreichen Mitwirkung körperloser Geister ausgebeutet werden, einige Beachtung schenkt, dringend raten, die sachliche Erörterung Preyer's zu lesen: er wird mit voller Bestimmtheit erkennen, daß die Fälle, wo Richet's Versuche gelangen, nicht zahlreicher waren, als wie sie der Zufall beim Würfelspiel, in der Lotterie u. s. w. auch liefert, und daß offenbar selbst hier, wo wissenschaftlich und zwar speziell physiologisch geschulte Männer in nach ihrer Meinung völlig wissenschaftlicher, jede Selbsttäuschung absolut ausschließender Weise experimentierten, doch keineswegs immer die nötigen Vorsichtsmaßregeln genau beobachtet worden sind.

Bibliographie.

b) Zeitschriften.

Nature, a weekly illustrated Journal of Science. Vol. 32. Nro. 818—825. (Juli — 20. August 1885.) London.

(44) Prof. H. N. Moseley: Die Fauna der Meeresküste. (S. 212). — Die Tierwelt des Meeres läßt sich einteilen in die pelagische, die Tiefsee- und die Littoralfauna (vgl. den im Kosmos XII, S. 143 auszugsweise wiedergegebenen Vortrag desselben Autors über die pelagische Fauna). Letztere bewohnt diejenige Zone, welche durch größte Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen vorzugsweise geeignet ist, vermöge natürlicher Zuchtwahl neue Formen zu entwickeln. In der That dürften in der Littoralzone alle Hauptabteilungen des Tierreichs zuerst ausgebildet worden sein und ebenso auch die ersten festgewurzelten und verzweigten Pflanzen, die ihrerseits erst die Kolonisation des Gebietes durch Tiere ermöglichten (wir erinnern daran, daß Moseley in dem erwähnten Vortrag ziemlich überzeugend dargelegt hat, wie das pflanzliche und tierische Leben zu allererst nur pelagisch in freischwimmenden Formen existiert haben könne, worauf dann einzelne Zweige dieser ältesten Fauna und Flora im Littoralgebiet sich angesiedelt hätten). Dementsprechend sind auch die längs der Küsten lebenden Tiere auf die verschiedenste Weise organisiert und mit den nötigen Mitteln ausgestattet, um den daselbst eintretenden Veränderungen der äußeren Verhältnisse begegnen zu können: so erklären sich z. B. harte Schalen oder innere Skelettbildungen bei Wirbellosen, mancherlei Mittel zum Bohren in Sand und Stein, vor allem die Annahme festsitzender Lebens-

weise. Über den früheren Zustand aller dieser Formen gibt uns ihre Entwickelung Aufschluß, die stets, wo sie nicht sekundäre Abänderungen erfahren hat, ein frei schwimmendes Stadium durchläuft, in welchem auch die verschiedensten Gruppen sowohl der Gliederwürmer als der Mollusken, Echinodermen und Krustaceen einander sehr ähnlich sind, so daß man diese Form der „*Trochosphaera*“ (sowie die noch frühere der „*Gastrula*“) wohl als Wiederholung einer gemeinsamen alten pelagischen Vorfahrengestalt ansehen darf. Auch die Wirbeltiere stammen, wie die bewimperte Gastrula des *Amphioxus* lehrt, von einer sehr einfachen pelagischen Urform ab. Vielleicht durchliefen sie dann ein *Tornaria*-artiges Stadium wie noch heute der merkwürdige *Balanoglossus*, das einzige wirbellose Tier, das gleich jenen durch Kiemenspalten des Vorderdarms atmet und dessen Lebensweise: im Sand vergraben, mit daraus emporgestrecktem Vorderkörper, vielleicht auch erklärt, wie die Wirbeltiere ihre Kiemenspalten erworben haben. Von demselben Stamm sind jedenfalls auch die Ascidien ausgegangen. — Die Littoralzone hat dann Kolonisten an die drei andern Faunenreiche abgegeben. Die gesamte Süßwasser- und Landfauna stammt von da her. Noch trägt jedes luftatmende Wirbeltier in frühester Jugend die Kiemenspalten seiner aquatischen Voreltern. Überhaupt sind alle Organe der Luftatmung bloße Abänderungen von Apparaten, die ursprünglich mit der Wasseratmung zusammenhingen, vielleicht mit Ausnahme der Tracheen, die wahrscheinlich umgewandelte Hautdrüsen sind, wie *Peripatus* zu beweisen scheint. Anderseits hält aber bekanntlich Ray Lankester die Lungen des Skorpions für homolog den Kiemenplatten des Molukkenkrebses (*Limulus*), des einzigen überlebenden Sprößlings der alten Riesenkrebse. Selbst die Vögel sind möglicherweise in Zusammenhang mit der Meeresküste entstanden, indem die ältesten Formen derselben Fischfresser waren gleich der zähnetragenden *Hesperornis* [Ref. hält jedoch die primitive Stellung dieses Vogels sowie seine Ratitennatur noch keineswegs für erwiesen]. Die Tiefseefauna ist wahrscheinlich fast ausschließlich aus derjenigen der Littoralzone hervorgegangen (vgl. den Artikel über die Fauna der Tiefsee in Kosmos XII, S. 369, besonders S. 374), aber nicht etwa in allerfrühesten Zeiten, sondern erst als das pflanzliche und tierische Leben an den Küsten, auf dem Lande und im hohen Meere sich reich genug entfaltet hatte, um auch für die Tiefsee hinlängliche Nahrung zu liefern. — Endlich sind auch manche Littoralformen wieder ins offene Meer zurückgekehrt (so die Salpen, viele Medusen, Schnecken und Tintenfische, auch die Seeschlangen und die Cetaceen). — Eben weil nun alle Land- und Tiefseetiere eine littorale Existenz durchlaufen haben und weil die Littoraltiere besser als alle übrigen in ihren Larvenstadien die Formen bewahrt haben, vermöge deren allein wir die Stammesgeschichte richtig rekonstruieren können, deshalb haben die zoologischen Stationen an den Küsten so glänzende Forschungsresultate erzielt — und deshalb, so schließt der Vortragende, ist es Ehrenpflicht Englands, fast des einzigen europäischen Staates, dem eine solche Einrichtung noch mangelt, schleunigst dies Versäumnis nachzuholen und seine Küsten wissenschaftlich zu erforschen.

(**45**) Die Reise des „Challenger“. (S. 203, 249). — Anzeige des den Verlauf der Expedition schildernden offiziellen „Narrative“, Vol. I. 1885, mit Wiedergabe einiger der trefflichen Illustrationen des Buches.

(**46**) A. R. Wallace (S. 218): Beachtenswerte Besprechung von Forbes' „Wanderungen eines Naturforschers im Malayischen Archipel“ (vgl. Kosmos 1885, II. 471; 1886 I. 78. No. **20**).

(**47**) A. E. Nordenskjöld: Eine alte Abbildung des Mammut (S. 228). — Am 14. Dez. 1722 legte Benzelius der Wiss. Gesellsch. von Upsala eine Zeichnung vor, die er von einem lange in Sibirien gefangen gewesenen Baron Kagg erhalten habe. Das Bild (hier reproduziert) stellt ein stierähnliches Wesen dar mit verhältnismäßig kurzen Beinen, langen Krallen, zwei hauerartigen, nach oben hervortretenden Zähnen jederseits und zwei nach vorn gerichteten, in loser Spirale um einander gewundenen, sehr langen Hörnern. Es trägt folgende Unterschrift: „Die Länge dieses Tieres, genannt Behemot, beträgt 50 russische Ellen; die Höhe ist nicht bekannt, man kann sich aber eine Vorstellung davon machen, da eine Rippe 5 Arschin lang ist. Der größte Durchmesser eines Hornes ist $^1/_2$ Arschin, seine Länge etwas über 4 A.; die Hauer sind gleich viereckigen Ziegelsteinen; das Vorderbein mißt von der Schulter bis zum Knie $1^3/_4$ A. und ist an der dünnsten Stelle $^1/_4$ A. dick. Das Loch, worin das Mark liegt [hier ist jeden-

falls nicht etwa das Rückenmark gemeint), ist so groß, daß man eine Faust hineinstecken kann, im übrigen stehen die Beine nicht im Verhältnis zum Körper, denn sie sind ziemlich kurz. Die am Flusse Obi wohnenden Heiden sagen, sie hätten sie in diesem Strome dahintreiben gesehen, so groß wie ein „Struus", d. h. eine Art russischer Schiffe. Dieses Tier lebt in der Erde und stirbt, sobald es an die Luft kommt." Auf der Rückseite der Zeichnung steht: „Diese Zeichnung und Beschreibung stammt von Bar. KAGG, der soeben aus der Gefangenschaft in Rußland und Sibirien zurückgekehrt ist, 1722, im Dezember." — In der hieran sich knüpfenden Diskussion wurde geltend gemacht, daß sich bisher noch nie ein *animal cornigerum* gefunden hätte, das *unguiculatum* wäre, sofern es nicht zugleich *palmipes* sei, d. h. Haut zwischen den Zehen habe wie die Gänse u. s. w. Ein Kap. LUNDIUS habe berichtet, daß seine Knochen meistens in der Erde längs des Flusses gefunden würden. In späteren Sitzungen der Gesellschaft erläuterte ein Mitglied die Ableitung der Namen Behemoth, Mehemoth und Mammont; BENZELIUS zeigte einen großen, beinahe versteinerten Knochen vor, der ein Kiefer des Mammut war, und ein Stück des Hauers von demselben, das „ganz wie Elfenbein aussah". Ein Brief von dem russischen Bergwerksvorsteher TATISCHEW vom 12. Mai 1725, welcher ausführliche und wichtige Aufklärungen über die Geschichte des Mammut enthalte, soll in den „Acta Literariae Sueciae", Vol. II. p. 36. 1725 abgedruckt sein. — Vielleicht ist einer unserer Leser in der Lage, uns über dieses Dokument eine Mitteilung zu machen.

(48) Edw. Wesson: Das Zurückweichen der Niagarafälle (S. 229). — CH. LYELL's bekannte, 1842 angestellte Berechnung, daß der Niagara 35 000 Jahre gebraucht habe, um vom nördlichen Ende seiner jetzigen Schlucht bis zum heutigen Fall zurückzuweichen (wobei er als mittleren Jahresfort- resp. -rückschritt 1 Fuß annahm), hat dieser Frage allgemeine Berühmtheit verliehen. Gerade 1842 wurde nun die erste genaue topographische Aufnahme der Fälle gemacht, der 1875 und 1883 zwei andere folgten. In diesen Zeiträumen von 33 bezw. 41 Jahren ist, wie diese Aufnahmen ergeben, der östliche Teil des bekanntlich durch die Ziegeninsel in zwei ungleiche Hälften zerlegten Falles, der „amerikanische" Fall bloß um 37.5 Fuß zurückgewichen, im Jahre also durchschnittlich um 10 (engl.) Zoll. Der größere kanadische Teil dagegen, der „Hufeisenfall", hat im mittelsten Abschnitt von 1842 bis 1875 einen Rückgang um 118, von da bis 1883 um nicht weniger als 135 Fuß erlitten, in 41 Jahren also um 253 Fuß, was jährlichen Durchschnitten von 3^2, $16^1/_2$, $6^1/_3$ Fuß entspricht. Die seitlichen Abschnitte, besonders der östliche, haben sich weniger verändert, das Hufeisen ist daher jetzt viel tiefer ausgebogen. Für seinen ganzen Umfang ergibt sich ein jährlicher Rückzug: bis 1875 um $2^1/_2$, von da bis 1883 um $7^1/_2$, in den letzten 41 Jahren also um $2^3/_4$ Fuß. Bedenkt man nun, daß die Schlucht, in welcher der Fluß jenseits der Fälle nordwärts strömt, kaum so breit ist wie der Hufeisenfall allein, daß also früher die ganze Wassermasse auf einen bedeutend kleineren Querschnitt wirkte, so ist man wohl berechtigt, die Summe der beiden angeführten Zahlen, also $\frac{5}{6} + 2\frac{3}{4} = 3\frac{1}{2}$ Fuß als Maß für das frühere jährliche Zurückweichen anzusetzen. Hiernach hätten aber schon 10 000 Jahre genügt, um die ganze Schlucht von 7 engl. Meilen Länge und durchschnittlich 250 bis 300 Fuß Tiefe auszuwaschen — immer vorausgesetzt, daß sowohl die Wassermasse als die Härte der zu durchnagenden Schichten ungefähr dieselben gewesen seien, wie sie es jetzt und an der heutigen Stelle des Falles sind.

(49) Wachstumsgeschwindigkeit der Getreidearten in Rußland (S. 234). — W. KOWALEWSKI's Untersuchungen hierüber (Mem. St. Petersburger Naturwiss. Ges. XV. 1) bestätigen die alte Erfahrung, daß dieselben Pflanzen im Norden eine bedeutend kürzere Vegetationszeit haben als im Süden. Hafer, Sommerweizen und Gerste reifen bei Cherson in 123, 123, 110 Tagen, bei Archangel in 98, 88, 98 T., also um 25, 35, 12 T. schneller. Entsprechend in den zwischenliegenden Gebieten, während eine ähnliche Beschleunigung beim Fortschreiten auf demselben Parallelkreis von West nach Ost hervortritt. Daß die längere Insolation in höheren Breiten wenigstens zum Teil die Ursache hiervon ist, zeigen folgende Zahlen: in Archangel dauert sie in 98 Tagen 2000 Stunden, ungerechnet 240 St. heller Nächte, in Cherson dagegen in 123 T. (1. April bis 1. August) 1850 St., also ist jenes um 150 bezw. 390 St. im Vorteil. Winterroggen reift dort in 375 T.

(davon 202 T. Winterruhe, so daß auf die eigentliche Wachstumszeit nur 173 T. kommen), hier in 290 T. mit 101 T. Winterruhe und 189 T. Vegetationszeit. Bei graphischer Darstellung verlaufen die Linien gleichzeitiger Aussaat des Winterroggens entsprechend den Isochimenen von NW. nach SO., die Linien gleichzeitiger Reifung des Sommergetreides — Hafer, Gerste, Buchweizen, Weizen — dagegen von SW. nach NO. wie die Linien gleicher Sommertemperaturen.

(**50**) E. Garbett (S. 244) glaubt aus der genauen Beschreibung, welche ein schwedischer Reisender Kalm 1751 vom Niagarafall gab, mit ziemlicher Sicherheit entnehmen zu können, daß der Fall damals noch nicht durch die Ziegeninsel geteilt, bloß etwa 700 Fuß breit und flach eingebuchtet gewesen sei; der Rückgang habe seither in der Mitte 900 Fuß, auf der kanadischen Seite noch weit mehr betragen. Das ergäbe eine jährliche Abwaschung von 7 Fuß im Minimum, also bedeutend mehr, als oben (Nr. **48**) herausgerechnet worden ist.

(**51**) A. R. Hunt: Zur „Littoralfauna" (S. 243). — Moseley hatte (s. oben No. **44**) als Ursachen, welche auf diese Fauna besonders verändernd einwirken müßten, nach Prof. Lovén angeführt: Wechsel des Lichtes, der Temperatur, Strömungen, Nahrung, Feinde, günstige Respirationsverhältnisse und die Menge der durch Flut und Ebbe erzeugten Änderungen. Verf. ergänzt diese Liste durch den Hinweis auf die Bedeutung des Wellenschlags. Jede bis auf den Grund reichende Woge erzeugt zwei heftige, unmittelbar nach einander in entgegengesetzter Richtung laufende Strömungen, und ihrer Gewalt ist ein Küstentier während Tagen und Wochen, so lange ein Sturm anhält, unaufhörlich ausgesetzt. Das geringste Unvermögen ihr gegenüber hat den Tod des Tieres zur Folge. Dieser Wogenschlag muß also die littorale Tierwelt ganz wesentlich mit modelliert haben. — Ferner wird auf den Gegensatz zwischen der Flutzone und dem tieferen Wasser der Küsten aufmerksam gemacht: letzteres gestattet z. B. den Mollusken eine reiche oberflächliche Skulptur der Schale zu entwickeln, die sich in ersterer von selbst verbietet; zum Belege werden die jeweils auf eine dieser Zonen beschränkten, stets als gute Arten betrachteten *Trochus zizyphinus* und *T. granulatus* angeführt: aus etwa 15 Faden Tiefe stammende Exemplare sind vollkommene Zwischenglieder in Form und Skulptur zwischen dem glatten *zizyphinus* und dem verzierten *granulatus*. — Welch verschiedene Schutzmittel die Tiere gegen den Wellenschlag verwenden, läßt sich z. B. an drei oft auf derselben Klippe neben einander lebenden Schnecken zeigen: die derbe *Patella* saugt sich fest am Felsen an, die zerbrechliche *Pholadidea papyracea* zieht sich in das selbst gebohrte Loch zurück, die kleine, auf Tangen herumkriechende *Littorina obtusata* wird zwar sofort davon losgerissen, trotzt aber in ihrer dicken Schale ruhig der Wut des stärksten Sturmes.

(**52**) Dänische Forschungen in Grönland (S. 256). — Seit 1876 hat Dänemark zehn wissenschaftliche Expeditionen zur Erforschung Grönlands ausgesandt, davon allein in 1884 deren drei. Die Ergebnisse werden sehr sorgfältig bearbeitet und in einem großen Werke: „Videnskabelige Meddelelser om Grönland" veröffentlicht, von dem bisher 7 Bände erschienen sind. Eine der 1884er Expeditionen unter Leut. J. Holm hatte die Ostküste von Kap Farvel an zu untersuchen und wird wahrscheinlich erst in diesem Jahre zurückkehren. Die Ostgrönländer sind sehr gutartig, sämtlich Heiden, von höchst auffallendem Körperbau: schlank gewachsen, meist mit dunkeln Augen und Haaren, ohne jede Spur von Eskimoähnlichkeit. Gleichwohl ist kaum anzunehmen, daß sie etwa Nachkommen von Norwegern oder Normannen seien, da sie keinen Anklang an nordische Zivilisation, Religion, Sprache und Überlieferungen haben. — Von den Forschungen an der Westküste, die mit den neuesten und besten Hilfsmitteln betrieben wurden, sei hervorgehoben, daß die größte gefundene Tiefe südwestlich von Godthaab nur 900 Faden betrug, während auf dem untermeerischen Rücken, welcher an der schmalsten Stelle der Davisstraße zum amerikanischen Ufer hinüberzieht, höchstens 400 Faden vorkommen. Die Discobai mit 200 bis 270 Faden Tiefe ist von der Davisstraße durch eine nur 180 F. tiefe Barriere getrennt, welche die aus den Fjords kommenden Eisberge, sobald sie über 150 Fuß aus dem Wasser hervorragen, am Auslaufen ins Meer verhindert. Das Höhenverhältnis des untergetauchten zum freien Teil eines schwimmenden Eisberges ergab sich dort gleich 1:8,41 für blasiges und 1:9,23 für dichtes Gletschereis; für Seewassereis mit einem Salzgehalt von 3,3 % ist das Verhältnis nur 1:5,29. — Die Temperatur des Meeres

ist im allgemeinen am niedrigsten in 30 bis 100 Faden Tiefe, am höchsten längs des Grundes. An der Oberfläche steigt sie im Sommer häufig bis 8°, ausnahmsweise bis 11,4° C. Natürlich schmelzen die Eisberge in solchem Wasser sehr rasch. — Die botanischen und zoologischen Sammlungen sind sehr reichhaltig, bedürfen aber noch der genaueren Bearbeitung.

(53) Die Sonnenfinsternis von Chung K'ang (S. 276). — Während der Regierung dieses Kaisers habe, so berichtet die Chronik, „am ersten Tage des letzten Monats des Herbstes" eine Sonnenfinsternis stattgefunden. Über seine Regierung weiß man aber nur, daß sie ungefähr zwischen 2158 und 2050 v. Chr. gewesen sein muß. Es läßt sich nun als wahrscheinlich herausrechnen, daß die erwähnte Finsternis ins Jahr 2136 v. Chr. fiel. Es heißt, die Hofastronomen Hsi und Ho hätten versäumt, dieselbe vorauszusagen und seien dafür hingerichtet worden. Daraus darf aber nicht geschlossen werden, daß die Chinesen damals schon Finsternisse zu berechnen im stande gewesen wären. Noch viel später konnten sie nicht einmal den Ort der Sonne unter den Sternen mit einiger Genauigkeit bestimmen, weshalb ihr Kalender so oft in Unordnung geriet. Es geht vielmehr daraus und noch sicherer aus anderen genaueren Angaben über Finsternisse aus so alter Zeit nur hervor, daß die späteren chinesischen Astronomen eine wundervolle Präzision in der Rückwärtsberechnung vergangener Himmelserscheinungen erlangt haben.

(54) Jahresbericht der Fischereikommission für Schottland vom Jahre 1884 (S. 281). — Enthält außer den Mitteilungen über die schönen Erfolge der Kommission bei Errichtung der marinen Station in St. Andrews und provisorischer Laboratorien in East Tarbert und am Cromarty Firth, denen sich bald ein größeres am Ausfluß des Firth of Forth gesellen soll, einen Auszug der „Beobachtungen über das Laichen des Stockfisches" von Prof. Cossar Ewart und G. Brook. Von letzterem ist demnächst eine große Arbeit über die Entwickelung und Ernährung des Herings zu erwarten.

(55) J. Starkie Gardner: Die Entwickelung der Phanerogamen (S. 289). — Eine Besprechung des Buches von Marion et Saporta („L'évolution du règne végétal. Les Phanérogames"), welche besonders die Gegensätze zwischen den Ansichten der Verf. und denen von Prof. Williamson über die Kryptogamen- oder Phanerogamennatur von *Sigillaria*, dessen Verwandtschaft mit *Lepidodendron*, die von *Calamites* und *Calamodendron* u. s. w. hervorhebt. S. unten No. **64**.

(56) Manly Miles: Unbewußter Zwang beim Gehen (S. 293). — In der landwirtschaftlichen Schule zu Amherst, Mass., wurden 49 Individuen nach genauer Feststellung der relativen Größe, Stärke, Geschicklichkeit u. s. w. ihrer Beine, der Rechts- oder Linkshändigkeit, der Sehkraft und Schweise etc. daraufhin geprüft, wie sie bei verbundenen Augen geradeaus gehen. In 5 Fällen fand keine entschiedene Abweichung statt, in 14 eine solche nach rechts, in 30 nach links; aber auf jede dieser Gruppen verteilen sich ziemlich gleichmäßig die oben angedeuteten Gegensätze in der Körperbildung. Es läßt sich also aus diesen sehr nachahmenswerten Versuchen einstweilen nur entnehmen, daß die Abweichungen ihre Ursache in einem Mangel des Gleichgewichts in der Thätigkeit des Nervensystems, insbesondere der beiderseitigen motorischen Nerven und Nervenzentren haben müssen. Sicherlich würde dies auch ein geeignetes Feld sein, um den Grad der Vererbung individuell erworbener Eigentümlichkeiten zu ermitteln.

(57) W. R. Hughes: Zur „Littoralfauna" (S. 294). — Der zierliche kleine *Blennius pholis* (gemeiner Schleimfisch) ist gleichfalls vortrefflich den stets wechselnden Verhältnissen der Littoralzone angepaßt (vgl. oben No. **44** und **51**). Als schlechter Schwimmer hält er sich, sobald die Flut- oder Ebbeströmung beginnt, vermöge seines eckigen Kopfes leicht in den kleinsten Felsritzen fest. Mit den kehlständigen, fast zu Vorderbeinen umgestalteten Bauchflossen klammert er sich nicht bloß an Tangen, sondern auch an senkrechten Felswänden an, während die zerstreuten dunkel- und hellgrünen Flecken seines Körpers die Farben dieser seiner Umgebung nachzuahmen scheinen. Das Tierchen zeichnet sich zugleich durch große Intelligenz aus und ist leicht zähmbar. Im Aquarium geht es öfter aufs Trockene, „um ein wenig frische Luft zu schöpfen"; am Strande bereitet es sich im voraus durch Aufsuchen und Herrichten eines Schlupfwinkels auf die nahende Flut vor und setzt diese Gewohnheit auch im Aquarium regelmäßig fort; Gosse

erwähnt, daß sich ein solcher *Blennius* fünf Monate lang in dieser Weise als zuverlässiger und genauer Flutanzeiger bewährt habe.

(58) Mrs. Mary Treat: Die Kannenpflanze *Sarracenia variolaris* (S. 295). — Der Mittelnerv des Blattes endigt mit einer 3—4 Zoll tiefen und 1—1½ Zoll weiten Urne, deren Deckel sich nur während des Tages öffnet. Am Morgen ist sie mit klarer süßer Flüssigkeit gefüllt, die bis zum Abend durch Verdunstung um die Hälfte abnimmt, in der Nacht aber wieder ersetzt wird. (Hierzu vgl. unten Nr. 60!) Kriechende und fliegende Insekten aller Art werden durch den Saft sehr stark angezogen, sobald sie aber einige Minuten davon genossen, werden sie halb betäubt, taumeln unsicher umher und fallen bald in die Urne hinab. Befreit man eine Fliege, so kehrt sie baldmöglichst wieder zu dem verderblichen Trank zurück. Auch größere Insekten erliegen seinen Wirkungen. Eine große Küchenschabe, welche die Nacht über im Hals der Urne verweilt hatte, lebte zwar am andern Morgen noch, war aber mit einem von der Innenfläche ausgeschiedenen Sekret bedeckt, und bei dem Versuch, ihre Beine freizumachen, fielen diese einfach ab. Rohes Fleisch wird von dieser Pflanze nur verdaut, wenn es ganz frisch ist, Insekten dagegen werden, auch wenn sie in größerer Zahl eindringen und daher in Fäulnis übergehen, doch noch aufgelöst und resorbiert bis auf die Flügel und die harten Teile. *Sarracenia* scheint somit die gefräßigste und am wenigsten wählerische unter allen insektenfressenden Pflanzen zu sein.

(59) Prof. A. Landmark: Über den Lachssprung an Wasserfällen (S. 329). — Verf. stellte in norwegischen Flüssen genaue Beobachtungen an, welche zeigten, daß die Höhe des Sprungs (abgesehen natürlich von der Kraft und Geschicklichkeit des Tieres selbst) ebenso sehr von der Beschaffenheit des Wassers unterhalb des Falles als von der Höhe des letzteren abhängt. Befindet sich unter diesem ein tiefes und verhältnismäßig ruhiges Bassin, so vermag der Lachs 16 Fuß senkrecht in die Höhe zu springen, wie dies, allerdings selten, am Hellefos im Drams-Flusse genau konstatiert wurde. Am Carratunkfall in Reumbec, Nordamerika, kamen Sprünge von 12 Fuß Höhe vor. Besonders interessant ist, daß Verf. bestimmt gesehen hat, wie ein Lachs manchmal, wenn er einen beinahe senkrechten Fall überspringen will und um ein bis zwei Fuß zu niedrig gesprungen ist, doch mitten im stürzenden Wasser sich auf einem und demselben Fleck zu halten vermag. Man könne den Fisch dann eine bis zwei Minuten lang etwas unterhalb des Randes des Wasserfalls schweben sehen, in zitternder Bewegung, bis er mit einem kräftigen Schwanzschlage noch den Rest des Falles überwinde. Freilich sei dies, wie leicht zu begreifen, nur möglich, wenn er beim ersten Sprung so auf das Wasser falle, daß sein Körper dem Strom genau entgegengerichtet ist; bei schiefem Auffallen werde er sofort wieder hinuntergerissen.

(60) Fauna des Alai-tag und Transalai-tag (S. 335). — Auszug aus einem Bericht des russischen Reisenden und Sammlers Grum-Grzimailo über jene Gebiete. Auch jene hochalpinen Regionen erwiesen sich besonders reich an Schmetterlingen, namentlich der Gattungen *Colias* und *Parnassius*. Am oberen Kok-su, bei 12 000 Fuss Höhe (östlich von Sarafshan) soll die Fauna ganz besonders eigenartig sein. Die höchsten Punkte sind immer noch reich an *Arctomys caudatus* und einer *Arvicola*. *Colias nastes*, ein bisher nur aus Nord-Lappland und Labrador bekannter Tagfalter, wurde auch in diesem fernliegenden Gebiet aufgefunden.

(61) W. Watson: Über Kannenpflanzen (S. 341). — Die Mitteilung über *Sarracenia* (s. oben Nr. 58) scheint sich zum Teil auf *Nepenthes* zu beziehen, so namentlich die Beschreibung der Urne am Ende der Mittelrippe des Blattes, deren Deckel übrigens, wenn einmal geöffnet, sich nicht wieder schließt. In Nordamerika [jener Bericht stammte aus Florida] finden sich von „Kannenpflanzen“ nur sechs Arten *Sarracenia* mit ziemlich langen trompetenförmigen Blättern und *Darlingtonia californica*, bei welcher die Spitze des langen gedrehten tütenförmigen Blattes sich über letzteres zurückkrümmt und so eine Art Kappe bildet, die nur eine enge Öffnung jederseits läßt. Bei den Sarracenien ist dieser Verschluß viel unvollständiger oder gar nicht ausgebildet. — Verf. citiert die Angaben von Mc Bride 1815 über *Sarracenia* und ihren Fliegenfang, die im wesentlichen mit denen in Nr. 57 übereinstimmen; nur schreibt er die Thatsache, daß die Insekten beim Eindringen in die Röhre unsicher werden und nach einigem Taumeln in die Flüssigkeit hinunterfallen, nicht der betäubenden Wirkung der genossenen süßlichen Ausscheidung am

Eingang des Trichters, sondern bloß dem Vorhandensein feiner abwärts gerichteter Härchen an dieser Stelle zu, an denen die Tiere keinen Halt zu finden vermöchten. Verf. versichert auch bei in Kew angestellten Versuchen nie bemerkt zu haben, daß die Fliegen etwa durch den Genuß der süßen Lockspeise vergiftet oder betäubt worden wären; anderseits sei es dort nötig gewesen, die Röhren zu verstopfen, weil die im Grunde derselben sich ansammelnden und verfaulenden Insekten die Blätter selbst zum Absterben gebracht hätten, während dagegen diese gänzliche Entziehung der Fleischkost gar nicht nachteilig, sondern eher vorteilhaft auf die Pflanzen eingewirkt habe. [Uns scheinen diese auf kultivierte, unter ganz fremdartigen Verhältnissen lebende Pflanzen bezüglichen Bemerkungen größtenteils wenig beweisend zu sein gegenüber Beobachtungen an Orten, wo dieselben von der gewohnten Insektenwelt u. s. w umgeben sind.] Endlich wird erklärt, soweit die bisherigen Untersuchungen reichten (— ob solche überhaupt angestellt sind, wird nicht gesagt), sei in der Flüssigkeit der Sarracenienröhren kein verdauendes Ferment gefunden worden.

(62) C. Timiriazeff: Farbloses Chlorophyll (S. 342). — Bringt man eine Chlorophyllösung mit metallischem Zink und einer organischen Säure zusammen, so wird durch naszierenden Wasserstoff das Chlorophyll reduziert zu einer vollkommen farblosen Substanz, die keine Spur des charakteristischen Spektrums oder von Fluoreszenz mehr darbietet. In Berührung mit der Luft, durch allmähliche Oxydation erlangt sie jedoch langsam ihre grüne Farbe und ihre übrigen optischen Eigenschaften wieder. Diese Erscheinungen sprechen für die Richtigkeit der vom Verf. 1875 aufgestellten Annahme, daß die grüne Farbe des Chlorophylls auf dem Vorhandensein von Eisen im Zustande einer Oxyduloxydverbindung in demselben beruhe. Jedenfalls scheint das Chlorophyll in der lebenden Pflanze auf ganz ähnlichem Wege aus einer farblosen Verbindung zu entstehen; und wenn man annehmen darf, daß das Chlorophyll reduziert werde, wenn sich CO_2 unter Lichteinwirkung zersetzt, so begreift sich nun, warum dieser Vorgang ohne sichtbare Farbenveränderung stattfinden kann, weil eben das Produkt desselben farblos ist und keine dunklen Linien im Spektrum zeigt. Immerhin dürfte die von Sachs bei vielen Blättern beobachtete Verfärbung im direkten Sonnenlicht, welche gewöhnlich einer Wanderung der Chlorophyllkörner zugeschrieben wird, teilweise wenigstens auf diese Reduktion zurückzuführen sein.

(63) Ethnologie der Insel Formosa, nach Girard de Rialle, Rev. d'anthrop. Januar, April 1885 (S. 346). — Zusammenstellung der noch immer sehr lückenhaften Nachrichten über die Bevölkerung jener früher von Holländern und Spaniern vielbesuchten Insel. Die Eingebornen werden von den Chinesen unterschieden in 1) Pepo-hoan, „Barbaren der Ebene", meist ackerbauende oder handeltreibende Stämme der West- und Südhälfte, mindestens ebenso zivilisiert wie die chinesischen Bauern, von auffallend großer Statur; sie tragen einen turbanartigen Kopfputz, verehren Fetische, vor denen sie religiöse Tänze aufführen; 2) Sek-hoan, „reife Barbaren" im Norden, ganz seßhaft und ackerbauend, von den übrigen Eingebornen ebenso wie von den Chinesen und Lutschus abweichend: schlank, aber nicht kräftig, mit verhältnismäßig heller Haut, großen glänzenden Augen, sehr breitem Mund, dicken Lippen, vorspringendem Oberkiefer und langen vorragenden Zähnen. Die Frauen sollen mehr als die Männer Ähnlichkeit mit dem malayischen Typus zeigen, während die Schädel auf polynesische Beziehungen hinweisen. Von einer Seite werden ihre anthropologischen Merkmale auf Mischung mit den Holländern vor 250 Jahren zurückgeführt. 3) Die Chin-hoan, „grüne, unreife Barbaren", ganz unabhängige Stämme im Osten, eifrige Kopfjäger, stets im Kriege mit den Chinesen. Die einen sollen dem mongolischen Typus nahekommen, während bei anderen der Unterkiefer mächtig entwickelt sei; überhaupt scheinen in jeder Hinsicht große Verschiedenheiten unter ihnen zu bestehen, welche Verf. darauf zurückführt, daß die Insel mehrmals in sehr weit auseinanderliegenden Zeiten von Malayo-Polynesiern bevölkert worden sei. — Die alten holländischen Quellen sprechen noch von einer rein schwarzen Rasse von großer Statur, welche die Berge bewohne und eine ganz eigene Sprache habe. Obgleich das Vorhandensein einer papuanischen Urbevölkerung sehr wahrscheinlich ist, so berichten doch Neuere nichts mehr darüber: sie scheint also durch die malayischen Einwanderer unterdrückt oder aufgesogen worden zu sein.

(**64**) Prof. W. C. Williamson: Zur Entwickelung der Phanerogamen (S. 364). — Verf. wendet sich gegen die Kritik von Starkie Gardner (vgl. Nr. **55**) und erläutert seinen Standpunkt in der Sache. Während Marion und Saporta, den Ansichten von Brongniart, Rénault, Grand'-Eury u. s. w. sich anschließend, die Zugehörigkeit von *Sigillaria* zu den Phanerogamen auf Grund ihres anatomischen Baues für erwiesen halten, *Lepidodendron* dagegen bei den Lycopodiaceen belassen, erklärt Verf. diese beiden Formen für verschiedene Altersstufen einer und derselben Pflanze, und in der That kann er zu seinen Gunsten die wichtige neuerdings von Zeiller gemachte Entdeckung sporen-, nicht samenhaltiger Fruchtzapfen von *Sigillaria* anführen. Ebenso läßt er die Selbständigkeit der Gattung *Diploxylon* nicht gelten, sondern faßt die so bezeichneten Stücke ebenfalls als Wachstumszustände auf, welche sowohl bei *Lepidodendron* und *Sigillaria* als bei verschiedenen andern Steinkohlenpflanzen vorkämen. Bezüglich *Calamites*, den man scharf von *Calamodendron* zu unterscheiden pflegt, weil er einen hohlen, schachtelhalmartigen Stamm, dieses dagegen bei äußerlicher Ähnlichkeit mit ihm doch einen dicken, peripherisch weiter wachsenden Holzring um das Mark zeigt, verteidigt Verf. eine entsprechende Auffassung von ihrer Zusammengehörigkeit: „überall, wo wir einen *Calamites* antreffen, der einen Teil seines inneren Baues erhalten zeigt, weist er sich als wahres *Calamodendron* aus;“ der Unterschied beruht also nur auf den Zufälligkeiten des Erhaltungszustandes. — Wir hoffen bald diese Fragen an der Hand des Marion-Saporta'schen Werkes eingehender besprechen zu können.

(**65**) Der Panama-Kanal (S. 370); sachliche, auf genaue Zahlen gestützte Darstellung des Unternehmens und seines jetzigen Standes, nach „La Nature“.

(**66**) Violet d'Aouest: Subaërische Thonbildungen in Mexiko (S. 376). — Richthofen's auf seine Forschungen in China gegründete Lößtheorie scheint bereits 1857 in einer Mitteilung des Verf. an die Pariser Geographische Gesellschaft einen Vorläufer gehabt zu haben. Er hatte an den Abhängen der höchsten Gebirge Mexikos Thonablagerungen gefunden, die nur dadurch entstanden sein könnten, daß der tagsüber herrschende Wind den feinen Staub der Ebenen in die Höhe führte und des Nachts an den Bergen fallen ließ, wodurch 30—50, an einigen Stellen bis 100 m mächtige Schichten gebildet wurden. Die obersten, im allgemeinen feinkörnigeren Partien hörten mit der oberen Grenze der Grasvegetation auf, da hier der Staub, durch nichts mehr festgehalten, bald wieder von Regen, Schnee und Wind weiter hinabgeführt wird. — Bekanntlich hat auch Prschewalsky in Tibet gleiche subaërische Bildungen in ausgedehntem Maßstabe aufgefunden.

Notizen.

Polyembryonale Brutkapseln bei Wirbeltieren. Das Ei der Rochen ist bekanntlich durch eine pergamentartige länglich viereckige Hülle geschützt, deren Ecken meist in lange elastische Schnüre ausgezogen sind, mittels deren es sich an Korallenstöckchen, Algen u. s. w. vor Anker legt. W. Haacke hat nun (Zool. Anz. No. 202) bei zwei südaustralischen Rochenarten (*Trygonorhina fasciata* Müll. et Henle und *Rhinobatis rincentianus* Haacke) in jedem trächtigen Uterus nur je eine solche von den Uteruswänden ausgeschiedene Eierkapsel gefunden, die den Uterus fast völlig ausfüllt und sämtliche gleichzeitig zur Entwickelung kommenden Embryonen umschließt, deren bei *Trygonorhina* durchschnittlich zwei bis drei, bei *Rhinobatis* aber sieben bis acht frei nebeneinander liegen. Er glaubt, dies sei der erste Fall, daß bei Wirbeltieren normalerweise solche Gebilde angetroffen wurden, die den polyembryonalen Brutkapseln mancher Wirbellosen analog sind. Zugleich ist die Innenwand des Uterus in zahlreiche Längsfalten ausgezogen, die im Leben stark mit Blut durchtränkt erscheinen und daher vielleicht dazu dienen mögen, die Atmung der in der Brutkapsel sich entwickelnden Em-

bryonen, welche später jedenfalls lebendig geboren werden, zu vermitteln. Vielleicht darf diese Einrichtung als ein selbständiger vereinzelter Versuch betrachtet werden, dem Embryo noch innerhalb des mütterlichen Körpers Schutz und z. T. auch Nahrungs- resp. Sauerstoffzufuhr zu gewähren — ein Versuch, der ja bei einigen der nahverwandten Haifische soweit geführt ist, daß, wie schon Aristoteles bemerkt hat, eine innige Verbindung zwischen Mutter und Embryo hergestellt wird, die sich physiologisch ganz ähnlich verhält wie die der placentalen Säugetiere. — Hierzu bemerkt jedoch in einer späteren Nummer des Zool. Anzeigers H. F. Jungersen in Kopenhagen, daß 1) das Vorkommen eines der Eischale der oviparen Selachier homologen Gebildes bei viviparen Formen längst bekannt sei und von Joh. Müller 1842 für *Mustelus*, *Acanthias*, *Rhinobatis* und *Cephaloptera* speziell angegeben werde; daß aber auch 2) Eierkapseln mit mehreren Embryonen gerade bei dem gemeinen Dornhai der nördlichen Meere (*Acanthias vulgaris*) schon 1810 von Home beschrieben und abgebildet und dieser Bericht in Joh. Müller's Werk citiert und bestätigt worden sei. Verf. selbst fand „in jedem Uterus auf einem gewissen Stadium der Schwangerschaft eine dünne, gelblichbraune, an beiden Enden zugespitzte Eihülle, drei oder zwei von einem klaren Schleim umgebene Eier enthaltend", während andere Beobachter eine noch größere Zahl angegeben hätten.

Geröllstein-Figuren in Dakota. — Den rätselhaften Reliefbildermounds, die in verschiedenen Teilen Nordamerikas gefunden worden sind (vgl. E. Schmidt, Die Moundbuilders u. s. w., in Kosmos 1884, I. Bd. S. 87), gesellen sich neuerdings einige ähnliche, ebenfalls riesenhafte, aber nur aus aneinander gereihten Geröllsteinen bestehende Darstellungen von Tieren, die Prof. J. E. Todd im südöstlichen Dakota entdeckt hat. Die Hauptstücke sind: 1) Die Figur einer Schildkröte, ca. 15 Fuß lang, auf der südlichen Abdachung eines flachen, kreisförmigen, etwa 50 Fuß im Durchmesser haltenden, aus Erde aufgeschütteten Mound, der einen gegen den James River vorspringenden steilen Hügel krönt. Geröllsteine von 4—6 Zoll Durchmesser sind regelmäßig und ziemlich dicht so nebeneinander gestellt, daß sie unverkennbar den Umriß des genannten Tieres mit ausgestrecktem Kopf und Schwanz und seitlich abstehenden Füßen wiedergeben. Daneben befindet sich eine ähnlich gebildete rohe menschliche Figur, die aber leicht als modernes Machwerk zu erkennen ist, denn ihre Steine liegen ganz oberflächlich, während die der Schildkröte halb in den Boden eingesunken sind [wohl durch die Thätigkeit der Regenwürmer?]; außerdem sind Arme und Beine hier nur durch einfache Steinreihen dargestellt. — 2) Die ungefähr 120 Schritt lange Figur einer Schlange auf Medicine hill, Hughes county. Die vordere Hälfte ist zierlich geschlängelt, der langsam schmäler werdende Hals trägt einen breiteren, scharf zugespitzten Kopf mit zwei mächtigen Augen. Im ganzen sind die Steine hier größer und dabei weniger dicht gelegt als bei 1). Auf der ebenen Hochfläche des Berges liegen mehrere mittelgroße Mounds unregelmäßig zerstreut, zwischen ihnen finden sich zahlreiche „Tipi-Ringe", d. h. Steinkreise, welche dazu gedient hatten, die äußere Bedeckung der kegelförmigen Hütten der Dakota-Indianer festzuhalten. — 3) Eine lange rechteckige Figur mit abgerundeten Ecken, etwa 18 Schritte lang und 3 breit, die Seiten ganz gerade und parallel. — 4) Ein 92 Schritte langes Gebilde, das man als die unvollendete eine Hälfte einer der vorigen ähnlichen Figur auffassen kann. — 5) Ein Kreuz, gebildet aus einer 4 Ruten (à $16^1/_2$ engl. Fuß) langen Steinreihe, welche von einer anderen $1^1/_2$ Ruten langen Reihe rechtwinkelig gekreuzt wird. Am Fußende der Kreuzfigur liegt ein Steinhaufen.

Außerdem erwähnt Todd ein eigentümliches, vor 5 Jahren am Elm-River beobachtetes Werk ähnlicher Art: von der Spitze eines sehr ansehnlichen Mounds läuft in südöstlicher Richtung eine Reihe von Knochen über die Mitte eines ebenso großen, 270 Schritte entfernten Mounds hinweg und noch 146 Schritte weiter, wo sie mit einer kleinen Steinpyramide abschließt. Die Knochen, zumeist lange Extremitätenknochen des Büffels, waren wie Pfähle in den Boden gesteckt. — Mit den beschriebenen Tierfiguren dürfen vielleicht kleinere rohe Skizzen von Tieren in Beziehung gebracht werden, die man bei Pipestone, Minn., auf glatten Flächen des roten Quarzits ausgehauen findet und von denen Verf. einige der besten im 1. Bande des Minnesota Geolog. Report abgebildet hat. Unter diesen kehrt häufig

die Schildkröte wieder, keine ist aber so schön symmetrisch dargestellt wie die Geröllsteinfiguren.

Über die Bedeutung dieser Dinge läßt sich natürlich ebensowenig etwas sagen als über die der Reliefbildermounds. Jedenfalls ist es aber höchste Zeit, dieselben aufzusuchen und wissenschaftlich zu beschreiben, denn — „nur wenige Jahre noch und selbst die dauerhaftesten ‚Geröllsteinfiguren' werden wahrscheinlich irgend einem unternehmenden Ansiedler zum Bau seines Hauses gedient haben, der sich ebensowenig um die ihnen anhaftenden heiligen [?] Beziehungen kümmert wie der Türke, welcher die Trümmer eines griechischen Tempels in seine Hütte einmauert". (Amer. Naturalist.)

Walfisch-Beobachtungen in Norwegen. Bei Vadsö am Varanger Fjord, Ostfinmarken, ist eine Fischerei für den Fang von Furchenwalen oder Finnfischen (*Balaenopteridae*) eingerichtet, die nun auch zu wissenschaftlichen Beobachtungen ausgenutzt wird. Im vorigen Sommer hielt sich zu diesem Zwecke Dr. R. Collet, der bekannte norwegische Zoologe dort auf. In der zweiten Hälfte des Juli wurde eine ansehnliche Zahl von *Balaenoptera borealis*, Rudolphi's Wal, gefangen, während der sonst häufigere große blaue Wal (*B. sibbaldii*) ganz ausblieb, wahrscheinlich weil *Thysanopoda inermis*, ein kleiner zu den Spaltfüßern (*Schizopoda*) gehöriger Krebs, von dem er sich hauptsächlich nährt, diesmal fehlte. *Bal. borealis* wird von den Norwegern „Seje" oder „Stockfischwal" genannt, weil er gleichzeitig mit letzterem Fisch an der Küste erscheint; seine Nahrung bildet aber ein noch kleinerer Krebs. Gewöhnlich sucht er die Küsten von Finmarken zwischen Mai und August auf, in neuerer Zeit wurde er auch an der Ostküste Englands und Schottlands mehrfach gefangen. Er soll durchschnittlich 40, manchmal aber bis 50 Fuß Länge erreichen. Von der gewöhnlichen *B. musculus*, dem Riesenwal, unterscheidet er sich durch elegantere Form und weißgefleckte Seiten. Sein Fleisch, das eine sehr gesunde Speise bilden soll, wird jetzt in Zinnbüchsen eingemacht und findet besonders in katholischen Ländern Absatz, wo es als Fischfleisch nach kirchlicher Zoologie auch in Fastenzeiten gegessen werden darf.

Parasiten der Schwalben. In Suffolk herrscht der Glaube, daß die Schwalben auf ihre herbstliche Wanderung Proviant mitnähmen, bestehend in kleinen Fliegen, die sie unter den Federn an der Unterseite der Flügel aufspeicherten. Dies gründet sich auf das regelmäßige und reichliche Vorkommen relativ großer Lausfliegen (*Pupipara*) bei allen Schwalbenarten (Gattungen *Ornithomyia*, *Stenopteryx* und *Oxypterum*). Nach dem Flüggewerden der jungen Brut wimmeln die Nester von den beflügelten Insekten, und zugleich finden sich darin zahlreiche eiförmige tiefschwarze, lebendig zur Welt gekommene „Puppen", welche den Winter überdauern und sich im Frühjahr zu äußerst behenden flügellosen Imagines entwickeln, die ihrer Durchsichtigkeit wegen ein hübsches lebendes Objekt für das Mikroskop abgeben sollen. — Es scheint fast, als verstünden die rein insektenfressenden Schwalben diese Insekten auf ihrer eigenen Haut nicht zu fangen, weil sie sich gar zu einseitig dem Erhaschen ihrer Nahrung im Fluge angepaßt haben. (Nature.)

Ausgegeben den 30. März 1886.

Die Faktoren der organischen Entwickelung.

Von

Herbert Spencer.

Wie sich die meisten jetzt im mittleren Lebensalter stehenden Menschen noch erinnern werden, befanden sich in ihrer Jugendzeit die Ansichten über die Herkunft der Tiere und Pflanzen in sehr verworrenem Zustande. Bei den Ungebildeten herrschte der allgemeine Glaube an die Schöpfung durch ein Wunder, welcher zugleich einen wesentlichen Bestandteil des christlichen Glaubens bildete. Unter den Denkenden dagegen gab es zwei Parteien, von denen jede eine unhaltbare Hypothese verteidigte. Die weitaus größere dieser Parteien, welche beinahe alle diejenigen umschloß, deren wissenschaftliche Bildung ihrem Urteil wohl einiges Gewicht verleihen konnte, nahm zwar die orthodox-theologische Lehre keineswegs an, aber verstand sich doch zu einem Kompromiß zwischen dieser und den Lehren, welche die Geologie festgestellt hatte; und ihnen gegenüber standen nur wenige, die auch zumeist in der Wissenschaft keine Autorität genossen, mit einer Ansicht, die sowohl den Theologen als den Männern der Wissenschaft ketzerisch erschien. In Beziehung auf die erstere dieser Parteien bemerkte Professor Huxley in seiner Rede über »das Jünglingsalter der Entstehung der Arten« folgendes:

»Vor 21 Jahren waren trotz der von Hutton begonnenen und mit seltener Geschicklichkeit und Geduld von Lyell fortgesetzten Arbeit die herrschenden Anschauungen über die Geschichte der Vergangenheit der Erde noch von der Katastrophenlehre durchdrungen. Große und plötzliche Erdrevolutionen, umfassende Schöpfungen und Wiedervernichtungen der lebenden Geschöpfe bildeten die ganz gewöhnliche Maschinerie des geologischen Epos, welches durch das mißleitete Genie Cuvier's in Mode gekommen war. Man glaubte allen Ernstes und lehrte es öffentlich, daß das Ende jeder geologischen Epoche durch eine Katastrophe bezeichnet gewesen sei, welche alle lebenden Geschöpfe der Erde dahin gerafft habe, um dieselben durch eine funkelnagelneue Schöpfung zu ersetzen, sobald die Welt wieder zur Ruhe zurückgekehrt war. Ein derartiges Schema der natürlichen Vorgänge, das ungefähr nach dem Muster einer Reihe von Whistspielen aufgebaut worden zu sein scheint, wo man bekanntlich

nach dem Ende eines jeden den Tisch neu zu besetzen und neue Karten zu fordern pflegt, schien damals für niemand etwas Anstößiges zu haben.

»Vielleicht irre ich mich, aber ich möchte bezweifeln, ob heutigen Tages auch nur ein einziger verantwortungsfähiger Vertreter dieser Ansichten übrig geblieben ist. Der Fortschritt der wissenschaftlichen Geologie hat das Grundprinzip der Uniformitarier, daß die Erklärung der Vergangenheit im Studium der Gegenwart zu suchen sei, zum Range eines Axioms erhoben, und die wilden Spekulationen der Katastrophisten, denen wir alle vor einem Vierteljahrhundert mit Ehrfurcht lauschten, würden gegenwärtig kaum einen geduldigen Hörer finden.«

Die oben erwähnte Partei, welche sich bei der im vorstehenden von Professor Huxley charakterisierten Auffassungsweise nicht beruhigen konnte, zerfiel wiederum in zwei Klassen. Die größere Mehrzahl derselben bestand aus Bewunderern der »Vestiges of the Natural History of Creation« — eines Werkes, das zwar zu zeigen versuchte, daß eine organische Entwickelung stattgefunden habe, zugleich aber behauptete, die Ursache dieser organischen Entwickelung sei »ein Anstoß«, welcher »den Lebensformen auf übernatürlichem Wege erteilt worden sei und dieselben .... durch die verschiedenen Stufen ihrer Organisation fortentwickelt habe«. Fast alle, die sich den in den »Vestiges« niedergelegten Ansichten anschlossen, waren nur sehr ungenügend mit den Thatsachen vertraut, und sie verfielen daher dem Spotte der besser Geschulten, weil sie sich mit Beweisen begnügten, die zum großen Teil entweder haltlos oder leicht durch Gegenbeweise zu widerlegen waren; und zu gleicher Zeit setzten sie sich dem Gelächter der mehr philosophisch Angelegten aus, weil sie sich mit einer vermeintlichen Erklärung beruhigten, die doch in Wahrheit gar keine Erklärung war; denn der behauptete »Anstoß« zum Fortschritt hilft uns ja nicht im geringsten leichter die Thatsachen verstehen, als etwa der früher der Natur zugeschriebene »horror vacui« begreiflich zu machen vermochte, wie das Wasser in einer Pumpe aufsteigt. Der Rest, welcher die zweite dieser beiden Klassen bildete, bestand aus sehr wenig Vertretern. Während sie diese bloß auf Worten beruhende Lösung zurückwiesen, die schon Dr. Erasmus Darwin und Lamarck in anderer Sprache angedeutet hatten, gab es einige, die ebensowenig der gleichfalls von Dr. E. Darwin und Lamarck ausgesprochenen Hypothese zuzustimmen vermochten, daß die Antriebe der Begehrungen und Bedürfnisse ein Wachstum der im Dienste derselben stehenden Teile verursachten, welche aber dafür als einzige vera causa das von denselben Autoritäten aufgestellte Prinzip anerkannten, nämlich die Abänderung der organischen Gebilde infolge von Abänderung ihrer Funktionen. Sie erkannten als den einzigen Vorgang in der organischen Entwickelung die Anpassung von Organen und Kräften infolge der Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs — jene fortwährende und stets sich wiederholende Umgestaltung der Organismen, um sie ihren Lebensverhältnissen entsprechend auszurüsten, welche durch den direkten Wechselverkehr mit solchen Verhältnissen hervorgebracht wird.

Allein wenn auch die von diesen Wenigen anerkannte Ursache wirklich eine Ursache ist, indem ja unzweifelhaft während des Lebens

des einzelnen Organismus durch Veränderungen der Funktion stets auch Veränderungen der Struktur erzeugt werden, und wenn es auch eine durchaus haltbare Hypothese ist, daß Strukturveränderungen, die auf diesem Wege entstanden sind, sich forterben, so erschien es doch jedem Unvoreingenommenen einleuchtend, daß diese Ursache für die weitaus größere Zahl der Thatsachen vernünftiger Weise nicht in Anspruch genommen werden kann. Allerdings findet man bei Pflanzen z. B. mancherlei Eigentümlichkeiten, die man wohl berechtigt ist den direkten Wirkungen abgeänderter Funktionen infolge von abgeänderten äußeren Verhältnissen zuzuschreiben; allein die überwiegende Masse der Eigenschaften und Merkmale der Pflanzen läßt sich doch auf diese Weise nicht erklären. Es ist unmöglich, daß die Dornen, vermöge deren ein Strauch sich ziemlich wirksam gegen weidende Tiere verteidigt, nur durch die fortwährende Übung ihrer schützenden Thätigkeit entwickelt und umgestaltet worden sein könnten, denn in erster Linie wird ja die große Mehrzahl der Dornen nie berührt und zweitens haben wir gar keinen Grund zu der Annahme, daß diejenigen, welche berührt werden, dadurch einen Anstoß zum Wachstum und zur Ausbildung gerade der Gestalt erhalten, durch welche sie eben zu solch wirksamen Waffen werden. Andere Pflanzen, die ungenießbar geworden sind durch den dicken Wollpelz ihrer Blätter, können vollends diese Bedeckung nicht durch irgend welche Reaktionsvorgänge gegen die Thätigkeit ihrer Feinde hervorgebracht haben, denn man kann sich wahrlich keinen Grund denken, warum, wenn ein Teil einer Pflanze verzehrt wird, der Rest von da an beginnen sollte, auf seiner Oberfläche Haare zu erzeugen. Durch welche direkte Einwirkung der Funktionen auf den inneren Bau sollte sich etwa die Schale einer Nuß entwickelt haben? Oder wie könnten jene Samen, welche fette Öle enthalten, wodurch sie für die meisten Vögel unschmackhaft werden, etwa durch diese Thätigkeit der Vögel, welche sie von sich fernhielten, dazu veranlaßt worden sein, solche fette Öle auszuscheiden? Oder wie könnten die zarten Fiederchen, welche auf manchen Samen sitzen und es dem Wind ermöglichen, sie auf neue Standorte hinüber zu tragen, auf irgend welche unmittelbare Einflüsse der umgebenden Bedingungen zurückgeführt werden? Offenbar kann in diesen wie in zahllosen anderen Fällen die Änderung der Struktur nicht unmittelbar durch eine Änderung der Funktion hervorgebracht worden sein. Und dasselbe gilt von den Tieren in hohem Maße, wo nicht gar in demselben Umfange. Obgleich wir wohl wissen, daß die Bindegewebeschicht unserer Haut durch rauhe Behandlung so gereizt werden kann, daß sie eine stark verdickte und manchmal ordentlich hornige Epidermisschicht ausscheidet, und obgleich sich die Annahme wohl rechtfertigen läßt, daß eine Wirkung dieser Art, wenn sie fortwährend sich wiederholt, auch vererbt werden kann, so vermag doch keine solche Ursache etwa den Rückenschild der Schildkröte, den Panzer des Gürteltiers oder die schuppenartige Bedeckung des Schuppentieres zu erklären. Die Haut dieser Tiere ist nicht im geringsten mehr einer fortwährenden rauhen Behandlung ausgesetzt als diejenige anderer mit bloßen Haaren bekleideter Tiere. Auch die sonderbaren Auswüchse, welche den Kopf des Nashornvogels auszeichnen, können unmöglich einer

Rückwirkung gegen die Thätigkeit von Kräften der Außenwelt ihre Entstehung verdanken, denn selbst wenn sie augenscheinlich zum Schutze des Tieres beitrügen, so hätten wir doch keinen Grund anzunehmen, daß der Kopf dieses Vogels in höherem Grade des Schutzes bedürftig war als der eines anderen. Wenn man sich auf die Thatsache beruft, daß bei den Tieren die Stärke der Bedeckung in manchen Fällen wechselt, jenachdem sie den äußeren Einflüssen mehr oder weniger ausgesetzt sind, und wenn man darauf gestützt als denkbar annehmen will, daß die Entwickelung von Federn aus früheren einfachen Hautauswüchsen das Ergebnis jener gesteigerten Ernährung gewesen sei, welche durch gesteigerte Blutzirkulation in der Haut verursacht wird, so würden wir doch immer noch ohne Erklärung hinsichtlich des Baues einer Feder bleiben. Ebensowenig gibt uns dies Aufschluß über die Eigentümlichkeiten des Gefieders — über die Kämme und Büsche mancher Vögel, über die in vielen Fällen so außerordentliche Länge des Schwanzes, über die wunderlich gestalteten und angeordneten Federn des Paradiesvogels u. s. w. Noch einleuchtender ist die Unmöglichkeit, etwa die Farben der Tiere durch Gebrauch oder Nichtgebrauch zu erklären. Keinerlei direkte Anpassung an die Funktionen könnte die blauen Fleischmassen auf dem Gesichte eines Mandrills, das gestreifte Fell eines Tigers, das farbenreiche Gefieder eines Eisvogels, die wunderbaren Augen auf dem Schwanze des Pfaus oder die mannigfaltigen Zeichnungen auf den Flügeln der Insekten hervorbringen. Ein einziger Fall, die Bildung des Hirschgeweihs, hätte allein schon genügt, um zu zeigen, wie unzulänglich die behauptete Ursache ist. Gerade während das Geweih des Hirsches heranwächst, wird es überhaupt nicht gebraucht, und erst nachdem es von der abgestorbenen Haut und den ausgetrockneten Blutgefäßen, womit es bis dahin bedeckt war, gereinigt worden, ist es zum Gebrauch bereit; dann aber entbehrt es ganz der Nerven und Blutgefäße und ist somit unfähig, irgend welche Veränderungen des inneren Baues infolge von Änderungen der Funktion zu erleiden.

Jenen Wenigen also, welche die von Professor Huxley geschilderte Ansicht zurückwiesen, dagegen den Glauben an eine fortdauernde Weiterentwickelung festhielten und nun diese Entwickelung zu erklären hatten, können wir offenbar den Vorwurf nicht ersparen, daß, obgleich die von ihnen angegebene Ursache eine wirkliche Ursache war und obgleich wir auch zugestehen müssen, daß sie durch eine Reihe von Generationen fortwirken kann, dieselbe dennoch den größten Teil der Thatsachen völlig unerklärt läßt. Augenscheinlich nahmen damals diejenigen Erscheinungen, welche mit der einmal gewählten Ansicht in Übereinstimmung waren, das Bewußtsein ganz in Anspruch und verdrängten völlig die Thatsachen, welche sich damit nicht vereinbaren ließen, so auffällig auch manche derselben sein mochten. Diese verkehrte Auffassung war keineswegs unnatürlich: da man es unmöglich fand, eine Lehre anzunehmen, die eine plötzliche Unterbrechung in dem gleichförmigen Gang der natürlichen Verursachung in sich schloß, und da man mithin die Entstehung und Fortbildung aller Organismenformen durch auf natürlichem Wege verursachte gehäufte Abänderungen als unzweifelhaft anerkannte, so war

man zu dem Glauben geneigt, das, was gewisse Klassen dieser Abänderungen zu erklären schien, sei auch im stande, alles übrige zu erklären: es herrschte eben die Neigung, zu erwarten, daß auch diese andern vielleicht schließlich eine ähnliche Erklärung zulassen würden, obgleich man keineswegs einsah, wie das geschehen könnte.

Wenden wir uns von dieser beiläufigen Bemerkung zu unserem Gegenstand zurück, so ist hier vor allem daran zu erinnern, daß, wie schon zu Anfang bemerkt wurde, vor 30 Jahren überhaupt keine haltbare Theorie in betreff der Entstehung lebender Wesen bestand. Von den beiden entgegengesetzten Ansichten darüber vermochte keine einer kritischen Prüfung Stand zu halten.

Aus dieser Sackgasse sind wir der Hauptsache nach, wenn auch nicht vollständig, durch die »Entstehung der Arten« befreit worden. Dieses Werk führte uns einen neuen Faktor vor Augen oder vielmehr einen Faktor, den verschiedene Beobachter da und dort als wirksam nachgewiesen hatten (wie Darwin selbst in der Einleitung zu der zweiten Auflage seines Buches gezeigt hat), von dem aber Darwin zum erstenmal nachwies, welch ungeheuer wichtige Rolle derselbe bei der Erzeugung von Pflanzen und Tieren gespielt hat.

Obschon ich mich dem Vorwurf aussetze, eine alte Geschichte nochmals zu erzählen, bin ich doch genötigt, hier in Kürze die verschiedenen Hauptgruppen von Thatsachen anzudeuten, welche Darwin's Hypothese erklärt, weil nämlich sonst alles Folgende kaum verstanden werden würde. Und ich zögere um so weniger, das zu thun, weil die Hypothese, welche durch sie verdrängt wurde, zu keiner Zeit zu allgemeiner Kenntnis gekommen war, neuerdings aber so vollständig in den Hintergrund getreten ist, daß die große Mehrzahl unserer Leser kaum von ihrer Existenz etwas wissen dürfte und daher auch nicht die Beziehung zwischen Darwin's erfolgreicher Erklärung und den vorhergehenden erfolglosen Versuchen dieser Art erkennen würde. Von diesen Thatsachen mögen hier vier der wesentlichsten Gruppen hervorgehoben werden.

In erster Linie machte Darwin's Hypothese solche Anpassungen verständlich, wie sie oben angeführt wurden. Obgleich nicht zu begreifen war, wie ein Gebilde ähnlich demjenigen der Kannenpflanze durch gehäufte Einwirkungen der Funktionen auf den inneren Bau hätte entstehen können, so ist es anderseits leicht verständlich, daß fortgesetzte Auswahl von günstigen Abänderungen dazu führen konnte, und dasselbe gilt von der nicht minder merkwürdigen Einrichtung der Venusfliegenfalle oder von der noch erstaunlicheren Bildung bei jener Wasserpflanze, welche junge Fische fängt. Während wir uns unmöglich vorstellen können, wie durch unmittelbaren Einfluß des stärkeren Gebrauchs gewisse Hautanhänge wie etwa die Stacheln des Stachelschweines sich entwickelt haben sollten, erscheint es anderseits, da ja die Angehörigen einer im übrigen wehrlosen Art aus der Steifheit ihrer Haare wohl Vorteil ziehen konnten, indem sie dadurch dem angreifenden Raubtiere entschieden unangenehm wurden, als eine durchaus zulässige Annahme, daß diese Bildung auf die Weise entstanden sein möge, daß fortwährend die am vollkommensten

durch ein solches Mittel geschützten Individuen überlebten und infolge dessen in der Reihe der Generationen die Haare sich zu Borsten, die Borsten zu Dornen, die Dornen zu Stacheln (denn alle diese Gebilde sind einander homolog) entwickelten. Auf gleiche Weise sind der merkwürdige aufblasbare Sack auf der Nase des Klappmützenseehundes (der Blasenrobbe), die wunderliche Angelrute mit ihrem wurmähnlichen Anhängsel, welche auf dem Kopf des Seeteufels oder Anglers steht, die Sporen an den Flügeln gewisser Vögel, die Waffen des Schwertfisches und Sägefisches, die Hautlappen am Kopf der Hühner und zahllose ähnliche eigentümliche Gebilde erklärlich als Ergebnisse der natürlichen Zuchtwahl, die auf die eine oder andere Weise wirkte, während die Folgen des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs hier unter keinen Umständen zur Erklärung genügen.

Während also Darwin uns gezeigt hat, wie zahllose Abänderungen in der Form, im inneren Bau, den Farben u. s. w. jedes einzelnen Teiles und Organes entstanden sind, hat er zweitens auch nachgewiesen, wie durch die Befestigung günstiger Variationen ganz neue Teile entstehen können. Obgleich der erste Anstoß zur Erzeugung von Hörnern auf dem Kopf verschiedener grasfressender Tiere dadurch gegeben worden sein mag, daß sich infolge der Gewohnheit der Tiere, mit den Köpfen gegen einander zu rennen, schwielige Stellen ausbildeten — worauf diese Schwielen, die auf solche Weise funktionell hervorgerufen waren, nachträglich sich durch Zuchtwahl in der vorteilhaftesten Weise weiterbildeten — so erhalten wir doch damit keine Erklärung für das plötzliche Auftreten eines zweiten Hörnerpaares, wie es gelegentlich bei Schafen vorkommt; eine Zugabe, welche, sobald sie sich als vorteilhaft erweist, mit Leichtigkeit durch natürliche Zuchtwahl zu einem dauernden Besitztum der betreffenden Art werden kann. Ebenso vermögen die Änderungen, welche Gebrauch und Nichtgebrauch nach sich ziehen, nimmermehr Rechenschaft zu geben über gewisse Abweichungen in der Zahl der Wirbel; sobald man aber spontane oder vielmehr zufällige Variation als mitwirkenden Faktor anerkennt, läßt sich leicht einsehen, daß, wo ein auf solchem Wege entstandener überschüssiger Wirbel (wie man sie bei manchen Tauben trifft) sich vorteilhaft erweist, das Überleben des Passendsten jenen zu einem konstanten Merkmal erheben kann; und durch fernere gleiche Zuthaten können dann sogar jene übermäßig langen Reihen von Wirbeln erzeugt werden, wie sie die Schlange besitzt. Ähnliches gilt auch von den Milchdrüsen. Es ist eine durchaus verständliche und zulässige Voraussetzung, daß solche Drüsen durch die Wirkung stärkerer oder schwächerer Funktion, welche sich durch eine Reihe von Generationen forterbt, vergrößert oder verkleinert werden können; allein einer ebensolchen Ursache etwa die Veränderung in ihrer Anzahl zuschreiben zu wollen, kann gar nicht in Frage kommen. Es gibt hierfür keine andere denkbare Erklärung als die Befestigung spontaner Variationen durch Vererbung, wie wir wissen, daß dergleichen beim Menschengeschlecht vorkommt.

So verhält es sich auch drittens mit gewissen Abänderungen in den Beziehungen mancher Teile zu einander. Je nach den größeren oder geringeren Anforderungen, welche an ein Glied gestellt werden,

müssen die dasselbe bewegenden Muskeln an Umfang zu- oder abnehmen, und wenn eine Vererbung der so erzeugten Veränderungen stattfindet, so wird im Lauf der Generationen das ganze Glied dadurch größer oder kleiner werden. Allein Verschiedenheiten in der Anordnung oder Befestigung der Muskeln lassen sich auf diese Weise nicht erklären. Man hat gefunden, daß insbesondere an den Extremitäten die Beziehungen der Sehnen zu den Knochen und zu einander keineswegs immer genau dieselben sind. Variationen in der Art ihres Zusammenhangs können sich nun gelegentlich vorteilhaft erweisen und demgemäß in der beschriebenen Weise zu dauernden Bildungen werden. Auch hier haben wir wieder eine Klasse von Strukturveränderungen vor uns, für die Darwin's Hypothese den Schlüssel gibt, während keine andere das Verständnis derselben ermöglicht.

Dazu kommen endlich die Erscheinungen der Mimikry. Diese zeigen vielleicht schlagender als irgend welche andere, wie gewisse Eigentümlichkeiten, die ganz unbegreiflich erscheinen, sich erklären lassen als Folgen des häufigeren Überlebens derjenigen Individuen, welche in vorteilhaftester Weise variiert haben. Wir sind nun im stande, selbst jene wunderbar täuschenden Nachahmungen zu begreifen wie die der Blattheuschrecke, des Käfers, welcher einem »glitzernden Tautropfen auf den Blättern gleicht«, oder jener Raupen, die, wenn sie schlafen wollen, sich gerade ausstrecken, so daß sie dürren Zweigen ähnlich sehen. Und es enthüllt sich uns, wie noch erstaunlichere Nachahmungen entstanden sein können — jene eines Insektes durch ein anderes. Wie Bates bewiesen hat, kommen Fälle vor, wo eine Art von Schmetterlingen, die durch ihren unangenehmen Geschmack für insektenfressende Vögel so ungenießbar geworden ist, daß sie gar nicht mehr auf dieselbe Jagd machen, in ihrer ganzen Färbung und Zeichnung nachgeahmt wird durch eine andere Art von wesentlich verschiedenem Bau, und zwar so genau nachgeahmt wird, daß selbst ein geschickter Insektensammler einer Täuschung unterliegt. Die Erklärung hierfür liegt einfach darin, daß eine ursprünglich geringe Ähnlichkeit, welche eine gelegentliche Verwechselung von seiten der Vögel bedingte, sich im Lauf der Generationen durch das häufigere Verschontbleiben der dem Vorbild ähnlichsten Individuen gesteigert hat, bis die Übereinstimmung den jetzigen hohen Grad erreichte.

Wenn wir nun aber auch die Wirksamkeit dieses Prozesses, welche uns Darwin so klar dargelegt und mit so großer Sorgfalt und Geschicklichkeit nach allen Seiten hin verfolgt hat, in voller Ausdehnung anerkennen — dürfen wir nun behaupten, daß er für sich allein schon die gesamte organische Entwickelung zu erklären vermöge? Ist wirklich die natürliche Auswahl günstiger Variationen der einzige Faktor gewesen? Prüfen wir die Thatsachen kritisch, so werden sich Gründe für die Ansicht herausstellen, daß sie noch keineswegs alles das erklärt, was zu erklären ist. Lassen wir zunächst ganz außer Betracht, ob ein Faktor mitspielt, der ganz primordialer Natur wäre, so können wir doch behaupten, daß der oben erwähnte, von Dr. Erasmus Darwin und Lamarck hervorgehobene Faktor als mitwirkend anerkannt werden muß. Ist auch die Hypothese von der Vererbung der auf funktionellem Wege erzeugten

Abänderungen ganz unzureichend, um den größeren Teil der Thatsachen zu erklären, so gibt es doch eine kleinere, aber immerhin noch höchst umfängliche Gruppe von Erscheinungen, welche dieser Ursache zugeschrieben werden müssen.

Als ich diese Frage vor mehr als 20 Jahren besprach (s. »Prinzipien der Biologie« I. Bd. §. 166), führte ich als Beispiel für eine Veränderung, die nicht durch die natürliche Auslese günstiger Variationen erklärt werden kann, die verringerte Größe der Kinnladen bei den zivilisierten Rassen des Menschengeschlechtes an, indem ich darauf hinwies, daß keine der geringen Verkleinerungen, durch welche im Lauf der Jahrtausende diese Reduktion bewirkt worden sein muß, etwa dem betreffenden Individuum, bei welchem sie vorkam, einen solchen Vorteil gewährt haben kann, daß dieselbe die Ursache seines Überlebens wurde, sei es durch Verminderung des Aufwandes für lokale Ernährung, sei es durch Verminderung des zu tragenden Gewichtes. Jedoch habe ich damals nicht noch zwei andere denkbare Ursachen mit ausgeschlossen, wie es wohl hätte geschehen können. Man könnte nämlich sagen, es bestehe vielleicht eine gewisse organische Wechselbeziehung zwischen Vergrößerung des Gehirns und Verkleinerung des Unterkiefers, und zum Beweise dessen würde sich Camper's Lehre vom Gesichtswinkel anführen lassen. Allein dieser Bemerkung läßt sich mit dem Hinweis auf die zahlreichen Beispiele von mit kleinem Unterkiefer versehenen Menschen begegnen, die zugleich ein kleines Gehirn haben, während auch nicht selten Fälle von Individuen erwähnt werden, die durch ihr geistiges Vermögen ausgezeichnet sind, deren Kiefer aber zu gleicher Zeit nicht kleiner als im Durchschnitt, sondern eher größer sind. Wenn man anderseits die geschlechtliche Zuchtwahl als eine mögliche Ursache anführt, so ist darauf zu antworten, daß, selbst wenn man einräumen dürfte, eine so unbedeutende Verkleinerung des Unterkiefers, wie sie in einer einzigen Generation stattgefunden haben kann, hätte eine bestimmte Anziehung ausgeübt, doch die übrigen Anreize zur Wahl von seiten der Männer allzu zahlreich und wirksam gewesen sind, um diesem einen eine so ausschlaggebende Bedeutung verleihen zu können, und daß anderseits während des weitaus größeren Teils der fraglichen Periode eine Auswahl von seiten der Frauen kaum je in Wirkung getreten ist: in den früheren Zeiten wurden sie ja entweder geraubt oder gekauft und in späteren Zeiten meist durch die Eltern zur Heirat gezwungen. So hat denn auch eine nochmalige Betrachtung der Thatsachen mich keineswegs von der Unhaltbarkeit des gezogenen Schlusses zu überzeugen vermocht, daß diese Abnahme in der Größe des Unterkiefers auf keiner anderen Ursache beruhen könne als auf der fortdauernden Vererbung solcher Verkleinerungen, welche die Folge von verringerter Funktion waren, bedingt durch die Verwendung immer besser ausgewählter und sorgfältiger zubereiteter Nahrung. Hier beabsichtige ich jedoch vor allem noch ein anderes Beispiel anzuführen, welches noch deutlicher den Zusammenhang zwischen Veränderung der Funktion und Veränderung der Struktur beweisen wird. Dieses Beispiel, seiner Natur nach dem erstangeführten nahe verwandt,

bieten uns jene Varietäten oder vielmehr Spielarten der Hunde dar, welche zur Gesellschaft des Menschen im Hause gehalten und in der Regel mit weicher Nahrung gefüttert werden und daher kaum je veranlaßt worden sind, ihre Kiefer zum Zerreißen und Zermalmen der Nahrung zu verwenden, während ihnen auch nur selten gestattet war, sie zum Ergreifen von Beute oder beim Kampfe mit anderen Hunden zu gebrauchen. Aus der Größe der Kiefer selbst läßt sich freilich kein Schluß ziehen, weil dieselben bei diesen Hunden wahrscheinlich in nicht unbedeutendem Grade durch Zuchtwahl verkürzt worden sind. Und um einen direkten Beweis für die Abnahme der Muskeln, welche beim Schließen der Kiefer oder beim Beißen in Thätigkeit treten, zu erhalten, dürfte eine Reihe von schwer anzustellenden Beobachtungen erforderlich sein.

Allein es ist gar nicht schwer, indirekte Belege für diese Abnahme zu erlangen, wenn man nur die Knochengebilde ins Auge faßt, mit denen jene Muskeln in Zusammenhang stehen. Die Prüfung der Schädel verschiedener im Hause gehaltener Hunde, welche das Museum des »College of Surgeons« enthält, zeigte mir die relative Kleinheit solcher Teile. Der einzige vorhandene Schädel eines Mopses gehört einem nicht ganz ausgewachsenen Individuum an, und obgleich seine Merkmale vollkommen zu meinen gunsten sprechen, läßt er sich doch nicht ohne weiteres zum Zeugen aufrufen. Der Schädel eines Spiel-Dachshundes zeigt bedeutend verkleinerte Insertionsflächen der Schläfenmuskeln, schwache Schläfenbogen und außerordentlich kleine Befestigungsflächen für die Massetermuskeln. Noch auffallender ist das Zeugnis, das der Schädel eines König Karl-Wachtelhundes bietet, eine Rasse von Schoßhunden, die nun, wenn wir für eine Generation ungefähr 3 Jahre rechnen und uns erinnern, daß dieselbe schon vor der Regierungszeit Karl II. existiert haben muß, ungefähr in der 100. Generation stehen mag. Hier ist die relative Gesichtsbreite zwischen den Außenflächen der Jochbogen außergewöhnlich schmal; ebenso merkwürdig ist der geringe Umfang der Schläfengrube; die Jochbogen sind sehr schlank, die Schläfenmuskeln haben gar keine Spur hinterlassen, weder in Form einer Grenzlinie noch vermöge der Beschaffenheit der von ihnen bedeckten Flächen, und selbst die Ansatzstellen der Massetermuskeln sind nur sehr schwach angedeutet. Im Naturhistorischen Museum befindet sich unter den Hundeschädeln einer, der, obgleich nicht näher bestimmt, doch durch seine geringe Größe und seine Zähne verrät, daß er der einen oder andern Varietät von Schoßhunden angehört; bei diesem nun sind dieselben Eigentümlichkeiten in gleichem Maße entwickelt anzutreffen wie bei dem eben beschriebenen Schädel. Hier haben wir also nun zwei oder vielleicht drei verschiedene Arten von Hunden, die alle ein gleich geschütztes und verzärteltes Dasein zu führen pflegen und uns deutlich zeigen, wie im Lauf der Generationen die zum kräftigen Schließen der Kiefer dienenden Teile rückgebildet worden sind. Welcher Ursache ist diese Abnahme zuzuschreiben? Sicherlich nicht der künstlichen Zuchtwahl, denn die meisten der angeführten Abänderungen machen sich nicht durch irgendwie wahrnehmbare äußere Zeichen bemerkbar; höchstens hätte etwa die Breite zwischen den Jochbeinen beachtet werden können. Auch die natürliche

Zuchtwahl kann dabei nicht die Hand im Spiel gehabt haben: selbst wenn ein Kampf ums Dasein zwischen solchen Hunden stattfinden würde, so kann man doch nicht behaupten, daß ein Individuum, bei welchem eine solche Abnahme eingetreten wäre, dadurch irgend einen Vorteil im Kampfe gehabt hätte. Ebenso ist das Prinzip der Ökonomie im Aufbau des Kopfes ausgeschlossen. Da solche Hunde stets überreichlich gefüttert werden, so neigt ihre ganze Konstitution viel eher dahin, neue Stellen ausfindig zu machen, wo sich der Überschuß der aufgenommenen Nahrungsstoffe passenderweise ablagern kann, als daß etwa an gewissen Stellen das Bestreben sich geltend machen würde, eine bestimmte Einschränkung der Nahrungszufuhr herbeizuführen. Endlich kann man auch nicht etwa an die Möglichkeit einer Korrelation zwischen diesen Rückbildungen und jener Verkürzung der Kiefer denken, die man ihrerseits wahrscheinlich der künstlichen Zuchtwahl zuschreiben dürfte; denn bei der Bulldogge, welche ebenfalls verhältnismäßig kurze Kinnladen besitzt, sind im Gegenteil die beim kräftigen Schließen derselben thätigen Teile außergewöhnlich stark entwickelt. So bleibt uns denn als einzig denkbare Ursache diejenige der Abnahme der Größe, welche aus vermindertem Gebrauche entspringt. Das allmähliche Kleinerwerden eines wenig geübten Organs ist durch Vererbung in der Reihe der Generationen immer stärker ausgeprägt worden.

Im Anschluß hieran mögen Schwierigkeiten einer andern Art erläutert werden — diejenigen, welche sich darbieten, wenn wir fragen, wie durch die Auswahl günstiger Variationen etwa solche Veränderungen des inneren Baus hätten erzeugt werden können, welche einen Organismus zur Ausführung einer ihm nützlichen Thätigkeit geeignet machen, bei der zahlreiche verschiedene Teile zusammenwirken müssen. Es fällt uns nicht schwer einzusehen, wie ein einfacher Teil im Laufe der Zeit bedeutend sich vergrößern kann, wenn jede einzelne Vergrößerung in irgendwie ausschlaggebender Weise die Erhaltung der Art zu fördern geeignet ist. Es ist ebenso leicht verständlich, wie ein größeres, kompliziert gebautes Organ, z. B. eine ganze Gliedmaße in ihrer Gesamtheit durch die gleichzeitige entsprechende Zunahme der in ihr zusammenwirkenden Teile sich vergrößern kann; denn wenn während ihres Wachstums die Kanäle der Nahrungszufuhr die Gliedmaße mit einer außergewöhnlichen Menge Blutes versehen, so muß natürlich ein entsprechend größerer Umfang aller ihrer Bestandteile, der Knochen, Muskeln, Arterien, Venen u. s. w. die Folge sein. Allein wenn auch in solchen und ähnlichen Fällen erwartet werden darf, daß die zusammenwirkenden Teile, welche ein größeres komplexes Organ bilden, gleichzeitig und in gleichem Sinn variieren, so ist doch keineswegs ausgemacht, daß dies notwendig der Fall sein muß, und wir haben sogar Beweise, daß solche Teile in verschiedenen Fällen, selbst wenn sie in innigem Zusammenhang stehen, doch nicht in dieser Weise variieren. Ein Beispiel hierfür gewähren uns jene in der »Entstehung der Arten« erwähnten blinden Krabben, die gewisse dunkle Höhlen in Kentucky bewohnen und die, obgleich sie ihre Augen verloren haben, doch die stielförmigen Träger, auf denen die Augen saßen, noch

beibehielten. Bei Schilderung der Varietäten, welche durch die Bemühungen der Taubenzüchter hervorgebracht worden sind, hebt Darwin selbst die Thatsache hervor, daß mit gewissen Veränderungen in der Länge des Schnabels, welche durch die Zuchtwahl ins Leben gerufen wurden, nicht gleichzeitig in entsprechendem Maße Veränderungen in der Länge der Zunge stattgefunden hätten. Fassen wir ferner das Beispiel von den Zähnen und Kinnladen nochmals ins Auge. Im Menschengeschlecht haben dieselben nicht zusammen variiert. Im Fortgange der Zivilisation sind die Kinnladen kleiner geworden, die Zähne aber haben nicht in entsprechendem Maße abgenommen, und dadurch kommt es eben zu jener allgemein herrschenden Zusammendrängung derselben, für die man ja oft in der Kindheit Abhilfe schaffen muß, indem man einige auszieht, und die in anderen Fällen zu unvollkommener Ausbildung führt, was vorzeitigen Verfall zur Folge hat. Allein das Unterbleiben entsprechender Variationen bei zusammenwirkenden Teilen, die dicht nebeneinander liegen, ja sogar zu derselben Masse verbunden sein können, zeigt sich am besten bei jenen Varietäten des Hundes, die oben als Belege für die vererbte Wirkung des Nichtgebrauchs angeführt wurden. Wir sehen dort ebensogut wie beim Menschengeschlecht, daß die Verkleinerung der Kinnladen nicht von einer entsprechenden Verkleinerung der Zähne begleitet worden ist. Im Katalog des Museums des »College of Surgeons« finden sich dem Eintrag, welcher den Schädel eines Blenheim-Wachtelhundes bezeichnet, die Worte beigefügt: »Die Zähne sind dicht zusammengeschoben«, und zu den Angaben über den Schädel eines König Karl-Wachtelhundes ist bemerkt: »Die Zähne sind dicht gedrängt; p. 3 (der 3. Lückzahn) steht vollkommen quer zur Längsachse des Schädels.« Ferner ist bemerkenswert, daß in einem Falle, wo kein verminderter Gebrauch der Kinnladen stattgefunden hat, wo dieselben aber durch künstliche Zuchtwahl verkürzt worden sind, ein ähnliches Unterbleiben der begleitenden Variation sich kundgibt, so z. B. bei einer Bulldogge, in deren oberer Kinnlade gleichfalls »die Lückzähne . . . . . außerordentlich stark zusammengedrängt und schief, ja selbst quer zur Längsachse des Schädels gestellt« erscheinen[1].

Wenn wir also in den Fällen, wo eine Prüfung möglich ist, keine begleitende Variation in zusammenwirkenden Teilen finden, die nahe beisammen liegen — wenn wir eine solche auch nicht bei Teilen finden, die, obgleich aus verschiedenen Geweben zusammengesetzt, doch so innig verbunden sind wie Zähne und Kinnladen: wenn wir sie selbst da nicht finden, wo die zusammenwirkenden Teile nicht bloß innig vereinigt, sondern auch aus demselben Gewebe aufgebaut sind wie das Auge der Krabben und dessen Stiel — was sollen wir dann von zusammenwirken-

[1] Es ist wahrscheinlich, daß diese Verkürzung der Kinnladen nicht direkt, sondern indirekt entstanden ist, nämlich infolge der Auswahl solcher Individuen, die sich durch die Zähigkeit beim Festhalten auffällig machten, denn die auszeichnende Eigentümlichkeit der Bulldogge in dieser Hinsicht scheint eben auf der relativen Kürze der oberen Kinnladen zu beruhen, wodurch jene merkwürdige scheinbare Verschiebung des Unterkiefers zu stande kommt; die damit gegebene Verlegung der Nasenlöcher ermöglicht dem Hunde, ruhig weiter zu atmen, während er den gepackten Gegenstand festhält.

den Teilen sagen, die abgesehen von ihrem Aufbau aus verschiedenen Geweben auch räumlich auseinander liegen? Wir sind nicht allein gezwungen, die Annahme zurückzuweisen, daß sie zusammen variierten, sondern wir haben volles Recht zu behaupten, daß sie gar keine Neigung zu solchem gleichzeitigen Variieren haben. Und welche Folgerungen sind aus den Fällen zu ziehen, wo die Zunahme eines Gebildes keinen Nutzen haben kann, sofern nicht eine begleitende Vergrößerung bei zahlreichen weiter abliegenden Gebilden stattfindet, welche sich dem ersteren anschließen mußten, um die Thätigkeit auszuführen, für welche jenes dienlich ist?

Schon im Jahre 1864 (s. »Prinzipien der Biologie« Bd. I §. 166) habe ich zur Erläuterung dieser Frage auf ein mit schwerem Geweih versehenes Tier hingewiesen, auf den ausgestorbenen irischen Riesenhirsch, und gezeigt, wie viele und mannigfaltige Veränderungen in Knochen, Muskeln, Blutgefäßen, Nerven u. s. w., welche den Vorderteil des Körpers zusammensetzen, erforderlich sein würden, um irgend eine Größenzunahme solcher Hörner vorteilhaft zu gestalten. Hier will ich ein anderes Beispiel heranziehen: die Giraffe — einen Fall, den ich zum Teil deswegen nehme, weil Darwin in der 1872 erschienenen 6. Ausgabe seiner »Entstehung der Arten« sich auf dieses Tier bezog, als er gewisse gegen seine Hypothese geltend gemachte Argumente erfolgreich zurückwies. Er sagt daselbst (S. 253)[1]: — »Damit ein Tier irgend ein eigentümliches und in erheblichem Grade entwickeltes Gebilde sich erwerben kann, ist es fast unerläßlich, daß zugleich mehrere andere Teile sich abändern und in entsprechendem Sinne sich anpassen. Obgleich jedes einzelne Organ des Körpers in geringem Maße variiert, so folgt daraus doch nicht, daß die gerade notwendigen Teile immer in der erforderlichen Richtung und in gehörigem Grade variieren werden.«

Und in der Zusammenfassung des Kapitels bemerkt er betreffs der Anpassungen bei demselben Säugetier, daß »der fortgesetzte Gebrauch aller Teile zusammen mit der Vererbung in ganz erheblichem Maße zu ihrer Koordination beigetragen haben wird« (S. 279), eine Bemerkung, welche sich wahrscheinlich vorzugsweise auf die zunehmende Massigkeit des unteren Abschnittes des Halses, auf die gesteigerte Größe und Stärke des Brustkorbs, welcher diese neu hinzugekommene Last zu tragen hat, und auf die gesteigerte Stärke der Vorderbeine bezieht, welchen die Aufgabe zufällt, das größere Gewicht beider zu tragen. Ich meine nun aber, daß bei näherer Betrachtung die Ansicht sich geltend machen muß, daß die hierdurch veranlaßten Veränderungen viel zahlreicher und fernerliegend sind, als es auf den ersten Blick erscheint, und daß der größere Teil derselben nicht von der Art ist, daß man sie mit einigem Rechte der Auswahl günstiger Variationen zuschreiben dürfte, daß sie vielmehr ausschließlich auf Rechnung der vererbten Wirkungen abgeänderter Funktionen zu setzen sind. Jeder, der eine Giraffe galoppieren gesehen hat,

[1] Ch. Darwin's gesammelte Werke, übersetzt von Carus. II. Bd. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch). 1876. — Auch bei den späteren Citaten aus Darwin's Werken sind die Seitenzahlen nach dieser Ausgabe angegeben. D. Übers.

wird diesen Anblick als einen höchst lächerlichen empfunden und in Erinnerung behalten haben. Der Grund, warum ihre Bewegungen so sonderbar erscheinen, liegt auf der Hand. Obgleich die vorderen und hinteren Gliedmaßen in ihrer Länge so sehr verschieden sind, müssen sie doch beim Galoppieren gleichen Schritt halten, d. h. sie müssen gleich schnelle Schwingungen ausführen. Die Folge davon ist, daß bei jeder Schwingung die Hintergliedmaßen einen viel größeren Winkel um ihren Drehpunkt beschreiben als die vorderen. Und außerdem muß, um die Ausgleichung der Schwingungen zu unterstützen, die hintere Hälfte des Rückens jedesmal stark nach unten und vorn gekrümmt werden. So kommt es, daß das Hinterteil beinahe die ganze Arbeit auszuführen scheint. Nun zeigt die Beobachtung sofort, daß die Knochen und Muskeln, welche die ganze hintere Hälfte der Giraffe zusammensetzen, manche besondere Thätigkeiten ausführen, welche auf die eine oder andere Weise und in verschiedenem Grade von denjenigen abweichen, die den entsprechenden Knochen und Muskeln bei einem Säugetier von gewöhnlichen Maßverhältnissen zugemutet werden, und ebenso von denen bei dem Säugetier der Vorfahrenreihe, von welchem die Giraffe abstammt. Jedes weitere Stadium jenes Wachstumsvorganges, welcher das mächtige Vorderteil und den kräftigen Nacken erzeugte, zog gewisse Anpassungsveränderungen in mehreren der zahlreichen Bestandteile des Hinterteils nach sich, denn sobald die Anpassung der Kräfte beider Hälften unterblieben wäre, würde dies irgend welchen Mangel in der Schnelligkeit und häufig genug den Tod des Tieres, wenn es von einem Raubtier bedroht wurde, zur Folge gehabt haben. Man braucht bloß daran zu denken, wie es uns geht, wenn wir mit einer Blase am Fuß weiter zu marschieren genötigt sind: wie wir unsere Schritte in der Weise abändern, daß die kranke Stelle nun möglichst wenig Druck erleidet, wie aber dann sehr bald eine schmerzhafte Empfindung in jenen Muskeln entsteht, welche dabei zu außergewöhnlichen Leistungen veranlaßt wurden — um einzusehen, daß eine Überanstrengung irgend eines der Muskeln am Hinterteil der Giraffe das ganze Tier sehr bald leistungsunfähig machen müßte, wenn es einmal seine ganze Kraft einzusetzen hat, um dem Verderben zu entgehen; und wer bei solcher Gelegenheit nur um wenige Schritte hinter den Genossen zurückbleibt, ist dem sicheren Tode verfallen. Wenn also die Annahme ausgeschlossen ist, daß zusammenwirkende Teile selbst da, wo sie nebeneinander liegen und innig verbunden sind, gleichzeitig variieren — wenn es noch viel weniger zulässig ist, anzunehmen, daß zugleich mit zunehmender Länge der Vorderbeine oder des Halses eine passende Veränderung in irgend einem Muskel oder Knochen des Hinterteiles eintreten wird, wie viel mehr muß man die Annahme ganz außer Betracht lassen, daß gleichzeitig die erforderlichen Veränderungen in allen jenen zahlreichen Bestandteilen des Hinterteils stattfinden werden, die ja sämtlich einer Neuanpassung bedürfen. Es hilft nichts, dagegen einzuwenden, daß eine Zunahme der Länge bei den Vorderbeinen oder beim Hals sich forterhalten und auf die Nachkommenschaft übertragen werde, wo sie ja eine geeignete Variation in einem besonderen Knochen oder Muskel des Hinterteils abwarten könnte, die dann, sobald sie eintritt, wiederum

eine fernere Längenzunahme der ersteren gestatten würde. Denn abgesehen davon, daß, solange diese sekundäre Variation noch nicht erfolgt ist, die primäre Variation jedenfalls einen Nachteil in sich schließt, der häufig zum Verderben ausschlagen kann, und abgesehen ferner davon, daß, bevor das Auftreten einer solchen geeigneten sekundären Variation im Laufe der Generationen zu erwarten ist, die primäre Variation wohl längst sich wieder verloren haben muß, steht dem die einfache Thatsache gegenüber, daß die geeignete Variation eines Knochens oder Muskels im Hinterteile ganz nutzlos sein würde ohne geeignete Variationen in sämtlichen übrigen Teilen, die bald nach dieser, bald nach jener Richtung stattfinden müßten — eine solche Menge gerade zusammenpassender Variationen, daß dieselben anzunehmen einfach unmöglich ist.

Hierzu kommt aber noch, daß weit zahlreichere passende Variationen indirekt notwendig erscheinen. Die totale Umkehrung der Größenverhältnisse des Vorderteils und des Hinterteils mußte ja eine entsprechende Veränderung der Größenverhältnisse in allen den Organen bedingen und zur Voraussetzung haben, welche die Nahrungszufuhr nach beiden Teilen besorgen. Das gesamte Gefäßsystem also, die Arterien sowohl als die Venen mußten nacheinander die verschiedensten Umgestaltungen und Neugestaltungen erleiden, um ihre Kanäle überall den örtlichen Erfordernissen anzupassen; denn jeder Mangel der Anpassung in der Blutzufuhr nach dieser oder jener Muskelgruppe hin würde eine Herabsetzung der Beweglichkeit, verringerte Schnelligkeit und zuletzt den Verlust des Lebens zur Folge haben. Außerdem mußten auch die in die verschiedenen Muskelgruppen eintretenden Nerven in entsprechendem Maße sich verändern und ebenso auch die zentralen Nervenpartien, von welchen jene entspringen. Können wir nun voraussetzen, daß auch diese geeigneten Veränderungen sämtlich Schritt für Schritt und gleichzeitig durch glückliche spontane Variationen ins Leben gerufen worden sind, die jedesmal zugleich mit den übrigen günstigen spontanen Variationen auftraten? Bedenkt man, wie ungeheuer groß die Anzahl der erforderlichen Veränderungen ist, die zu den bereits aufgezählten Veränderungen hinzukommen, so ist die Unwahrscheinlichkeit beinahe unendlich groß gegen eins, daß irgend jemals eine einzige geeignete Neuanpassung durch glücklichen Zufall entstehen konnte.

Wenn dagegen die Folgen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Organe erblich sind, dann muß jede Veränderung in der vorderen Körperhälfte der Giraffe, welche zugleich die Thätigkeit der Hintergliedmaßen und des Rückens in Mitleidenschaft zieht, gleichzeitig durch die größere oder geringere Übung derselben eine Umformung jedes einzelnen Bestandteils der Hintergliedmaßen und des Rückens gerade in der Richtung nach sich ziehen, welche den neuen Erfordernissen angemessen ist, und im Laufe der Generationen wird sich der gesamte Aufbau des Hinterteils fortschreitend immer mehr dem veränderten Aufbau des Vorderteils anpassen; auch alle die Einrichtungen für die Ernährung und Innervierung werden sich dann gleichzeitig fortschreitend den beiden erstgenannten Ansprüchen anpassen. Sollte aber diese Vererbung von funktionell erzeugten Ab-

änderungen nicht stattfinden, dann vermag ich nicht einzusehen, wie die notwendige Neuanpassung zu stande kommen könnte.

Allein noch eine dritte Gruppe von Schwierigkeiten stellt sich der Ansicht in den Weg, daß die natürliche Auswahl nützlicher Veränderungen den einzigen Faktor der organischen Entwickelung bilde. Diese Schwierigkeiten, die bereits in den »Prinzipien der Biologie« Bd. I §. 166 erwähnt wurden, kann ich kaum deutlicher darlegen als in der dort gewählten Form; es möge mir daher gestattet sein, die betreffende Stelle hier einfach zu citieren (S. 494):

»Wo das Leben verhältnismäßig einfach ist oder wo die umgebenden Umstände irgend eine einzelne Funktion äußerst wichtig machen, da kann das Überleben des Passendsten allerdings leicht die geeigneten Strukturveränderungen hervorbringen ohne irgend welche Mithilfe durch die erbliche Übertragung funktionell erworbener Modifikationen. Allein jemehr die Komplikation des Lebens zunimmt — in demselben Maße, als eine gedeihliche Existenz nicht mehr durch eine beträchtliche Begabung mit einer einzigen Fähigkeit gesichert werden kann, sondern zahlreiche Fähigkeiten dazu nötig sind — in demselben Maße entstehen auch Hindernisse für die Steigerung irgend einer besonderen Fähigkeit durch »die Erhaltung der begünstigten Rassen im Kampfe ums Dasein«. Sobald die Fähigkeiten sich vermehren, wird es für die einzelnen Glieder einer Spezies möglich, in den verschiedensten Hinsichten die Oberhand über einander zu gewinnen. Während das eine sein Leben durch größere Geschwindigkeit sichert, thut dies ein anderes durch ein schärferes Auge, ein drittes durch feineren Geruch, ein viertes durch besseres Gehör, ein fünftes wieder durch größere Kraft, ein sechstes durch außergewöhnliche Fähigkeit, Kälte oder Hunger zu ertragen, ein siebentes durch besondere Schlauheit, ein achtes durch außerordentliche Wachsamkeit, ein neuntes durch besonderen Mut und wieder andere durch fernere körperliche und geistige Eigenschaften. Nun ist es unzweifelhaft richtig, daß unter sonst gleichen Umständen jede dieser Eigenschaften, indem sie ihrem Besitzer eine außergewöhnliche Lebenschance gewährt, die Neigung hat, sich auf die Nachkommenschaft erblich zu übertragen. Allein es liegt gar kein Grund vor anzunehmen, daß sie auch in aufeinanderfolgenden Generationen durch natürliche Zuchtwahl gesteigert werde. Um eine Steigerung zu erfahren, müßten diejenigen Individuen, welche nicht mehr als das mittlere Maß der betreffenden Begabung besaßen, häufiger zu grunde gehen als die am besten damit begabten, und dies kann nur dann geschehen, wenn die Eigenschaft für den Moment wenigstens von größerer Wichtigkeit ist als die meisten anderen Eigenschaften. Wenn jene Glieder der Spezies, welche dieselbe nur in gewöhnlichem Maße besitzen, nichtsdestoweniger vermöge anderer Vorzüge, die jedem einzelnen besonders zukommen, ihr Leben fristen, dann dürfte schwer einzusehen sein, wie diese besonderen Eigenschaften durch natürliche Zuchtwahl in successiven Geschlechtern weiter ausgebildet werden könnten. Die Wahrscheinlichkeit scheint vielmehr dahin zu gehen, daß durch Einwirkung der Gamogenesis [der geschlechtlichen Vermehrung] diese außergewöhnliche Begabung in

den meisten Fällen bei der Nachkommenschaft in geringerem Maße auftreten und auf die Länge nur dazu dienen wird, die mangelhafte Begabung anderer Individuen, deren spezielle Fähigkeiten nach einer anderen Richtung hin liegen, zu kompensieren und so die normale Struktur der Spezies aufrecht zu erhalten. Die Wirksamkeit des ganzen Prozesses ist hier etwas schwierig zu verfolgen, allein es scheint mir, als ob in eben dem Grade, wie die Zahl der körperlichen und geistigen Fähigkeiten zunimmt und die Erhaltung des Lebens weniger von dem Betrage einer einzigen als von der kombinierten Thätigkeit aller abhängt, auch die Erzeugung von Besonderheiten des Charakters durch die natürliche Zuchtwahl allein immer schwieriger wird. Ganz besonders scheint dies der Fall zu sein bei einer Spezies, die so mannigfaltige Fähigkeiten aufweist wie das Menschengeschlecht, und vor allem scheint dies seine Richtigkeit zu haben hinsichtlich derjenigen menschlichen Fähigkeiten, die nur in sehr geringem Grade beim Kampf ums Dasein mitwirken können, wie z. B. die ästhetischen Fähigkeiten.«

Verweilen wir einen Augenblick bei diesem letzten Beispiel für die hier besprochene Klasse von Schwierigkeiten und fragen wir uns, wie die Ausbildung der musikalischen Befähigung zu erklären sei. Ich will dabei nicht etwa auf die Vorfahren in den Familien großer Komponisten eingehen und auch nur die Frage andeuten, ob die größere Begabung, welche Beethoven und Mozart, Weber und Rossini im Vergleich zu ihren Vätern zeigten, nicht vielleicht in höherem Maße der vererbten Wirkung einer täglichen Übung der musikalischen Anlagen bei ihren Vätern zu verdanken war als der fortgesetzten und sich steigernden Vererbung spontaner Variationen, und ob nicht etwa die in der Bach'schen Familie so allgemein verbreitete musikalische Befähigung, welche bei Johann Sebastian Bach ihren Höhepunkt erreichte, zum Teil wenigstens aus fortdauernder Übung entsprang, sondern ich beschränke mich hier auf die allgemeine Frage: wie kommt es zu jener Entwickelung der musikalischen Anlage, welche die neueren europäischen Völker überhaupt auszeichnet, wenn wir sie mit ihren entfernten Vorfahren vergleichen? Von den monotonen Gesängen niedrig stehender Wilder kann man kaum behaupten, daß irgend welche melodische Inspiration darin sich ausspricht, und es ist auch keineswegs einleuchtend, daß ein einzelner Wilder, der eine etwas bessere musikalische Auffassungsgabe besaß als die übrigen, hieraus je einen solchen Vorteil bei der Erhaltung seines Lebens gezogen haben könnte, um sich dadurch die Ausbreitung seiner spezifischen Überlegenheit durch Vererbung dieser Variation zu sichern. Und was sollen wir vollends von dem Sinn für Harmonie sagen? Wir können hier nicht etwa annehmen, daß die Vorliebe für dieselbe, die verhältnismäßig neueren Ursprungs ist, durch Abstammung von solchen Menschen entstanden sei, bei welchen aufeinanderfolgende Variationen die Neigung dazu gesteigert haben — von den Komponisten und musikalischen Künstlern nämlich; denn im ganzen waren dies doch gewöhnlich Männer, deren irdisches Wohlergehen nicht so bedeutend war, um sie in den Stand zu setzen, eine große Zahl von Kindern, welche ihre besonderen Eigentümlichkeiten vererben konnten, groß zu ziehen; und selbst wenn wir die

illegitimen mitrechnen wollen, so läßt sich kaum behaupten, daß die Nachkommen der letzteren zusammen mit denjenigen der legitimen Kinder eine mehr als durchschnittliche Zahl von Sprößlingen geliefert hätten, und diejenigen, welche auf solche Weise ihre besondere Begabung erbten, sind dadurch ihrerseits wieder nur selten so im Kampf ums Dasein gefördert worden, daß dies zur weiteren Ausbreitung solcher Begabung beigetragen hätte. Die ganze Tendenz scheint eher in entgegengesetzter Richtung gelegen zu haben.

Seitdem die vorstehenden Zeilen geschrieben wurden, habe ich im zweiten Band der »Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation« eine Bemerkung Darwin's gelesen, welche thatsächlich darauf hinausläuft, daß bei Geschöpfen, deren Lebenserhaltung von der Wirksamkeit und Übung zahlreicher Kräfte abhängt, die Steigerung irgend einer derselben durch natürliche Auswahl einer Variation notwendig sehr schwierig sein müsse. Sie lautet folgendermaßen: »Schließlich müssen wir sagen: da unbestimmte und nahezu unbegrenzte Variabilität die gewöhnliche Folge von Domestikation und Kultivierung ist, wobei derselbe Teil oder dasselbe Organ bei den einzelnen Individuen in sehr verschiedener oder nahezu entgegengesetzter Weise variieren kann, und da dieselbe Variation, wenn sie sehr bestimmt ausgeprägt ist, doch gewöhnlich nur nach längeren Zeiträumen wieder auftritt, so würde jede besondere Variation im allgemeinen durch Kreuzung, Rückschlag und zufällige Vernichtung der gerade in dieser Richtung variierenden Individuen wieder verloren gehen, wenn sie nicht vom Menschen sorgfältig erhalten würde« (Vol. II, S. 292)[1].

Bedenkt man nun, daß die Menschen, welche ja eben dieser Domestikation und Kultivierung unterworfen sind, doch nicht ebenso wie die domestizierten Tiere unter dem Einfluß eines Agens stehen, das besondere Variationen herausliest und forterhält, so ergibt sich ohne weiteres, daß bei ihnen für gewöhnlich unter dem ausschließlichen Einfluß der natürlichen Zuchtwahl ein fortwährendes Wiederverschwinden jeder beliebigen nützlichen Variation und besonderen Fähigkeit, die etwa auftreten mögen, stattfinden muß. Nur in Fällen, wo es sich um ganz besonders für die Erhaltung des Lebens wichtige Abweichungen handelt, wie z. B. um große Schlauheit während eines verhältnismäßig barbarischen Zustandes, dürfen wir eine Steigerung durch natürliche Zuchtwahl allein hervorgebracht zu sehen erwarten. Es ist aber nicht anzunehmen, daß kleinere Besonderheiten, für die unter anderem die ästhetischen Neigungen ein gutes Beispiel sind, durch natürliche Zuchtwahl sich hätten entwickeln können. Sobald jedoch Vererbung von funktionell erzeugten Abänderungen des Baues stattfindet, so ist die Entwickelung solcher geringfügiger Besonderheiten nicht mehr unerklärlich.

Zwei fernere Bemerkungen von Darwin führen zu Folgerungen, aus denen meines Erachtens derselbe allgemeine Schluß gezogen werden muß.

[1] In der oben citierten Ausgabe von Darwin's „Gesammelten Werken", welche nach der zweiten engl. Ausgabe übersetzt ist, findet sich diese Stelle nicht. D. Übers.

Wo er von der Variabilität der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation spricht, sagt er (Ges. Werke IV S. 284): »Änderungen irgend welcher Art in den Lebensbedingungen, ja schon außerordentlich geringe Veränderungen reichen oft hin, um Variabilität hervorzurufen . . . . . Tiere und Pflanzen bleiben eine unglaublich lange Zeit nach ihrer ersten Domestikation noch immer variabel . . . . . Im Laufe der Zeit können sie sich an gewisse Veränderungen gewöhnen, so daß sie nun weniger variabel werden . . . . . Wir haben gute Beweise dafür, daß der Einfluß veränderter Bedingungen sich häuft, so daß zwei, drei oder mehrere Generationen den neuen Bedingungen ausgesetzt werden müssen, bevor irgend eine Wirkung sichtbar wird . . . . . Manche Variationen werden durch den unmittelbaren Einfluß der Bedingungen der Außenwelt auf die ganze Organisation oder nur auf bestimmte Teile verursacht; andere Variationen entstehen indirekt dadurch, daß das Fortpflanzungssystem auf ähnliche Weise affiziert wird, wie es so allgemein bei den Lebewesen geschieht, wenn sie aus ihren natürlichen Verhältnissen in neue versetzt werden.« Es ist anzuerkennen, daß zwei verschiedene Formen dieses durch veränderte äußere Verhältnisse auf das Fortpflanzungssystem und infolgedessen auch auf die Nachkommenschaft hervorgerufenen Einflusses vorkommen. Die einfache Hemmung der Ausbildung ist die eine derselben. Allein außer den Variationen der Nachkommenschaft, welche aus unvollkommener Entwickelung des Fortpflanzungssystems bei den Erzeugern entspringen — Variationen, die in der Regel den Charakter von unvollkommener Ausbildung an sich tragen — gibt es andere, die auf einem veränderten Gleichgewicht der Funktionen beruhen, was seinerseits durch veränderte äußere Verhältnisse verursacht wurde. Die von Darwin selbst in der oben citierten Stelle erwähnte Thatsache, »daß die wirkende Kraft der veränderten Verhältnisse sich häuft, so daß zwei, drei oder mehr Generationen den neuen Bedingungen ausgesetzt sein müssen, bevor irgend eine Wirkung sichtbar wird«, läßt darauf schließen, daß während des Verlaufs dieser Generationen beständig eine gewisse Veränderung der Konstitution stattfindet, die aus veränderten Größenverhältnissen und Beziehungen der Funktionen zu einander entspringt. Ich will hier nicht weiter auf die Folgerung Gewicht legen, die mir ziemlich klar zu sein scheint, daß nämlich diese Veränderung aus lauter solchen Modifikationen der Organe bestehen muß, welche sie für ihre neuen Funktionen besser geeignet machen, und daß, wenn der Einfluß veränderter Verhältnisse sich häuft, dies nur durch Vererbung solcher Modifikationen geschehen kann. Auch will ich nicht auf den Fragen bestehen: welcher Art ist die Wirkung, die sich in den Fortpflanzungselementen gleichsam aufspeichert und später durch Variation zum Vorschein kommt? — Ist es eine Wirkung, welche zu den neuen an die betreffende Varietät gestellten Ansprüchen außer jeder Beziehung steht, oder ist es eine Wirkung, welche diese Varietät für die neuen Ansprüche weniger geeignet macht? oder eine Wirkung, welche sie für diese neuen Ansprüche besser geeignet macht? Allein wenn wir auch wie gesagt von diesen Fragen absehen, so genügt es schon, auf die notwendige Folgerung hinzuweisen, daß veränderte Funktionen der Organe auf die

eine oder andere Weise thatsächlich in veränderten Entwickelungstendenzen der Fortpflanzungselemente sich ausprägen. Angesichts dieser Thatsachen kann unmöglich geleugnet werden, daß die abgeänderte Thätigkeit eines Organs eine vererbbare Wirkung hervorbringt, mag diese Wirkung von welcher Art immer sein.

Die zweite der oben angedeuteten Bemerkungen Darwin's findet sich in dem Kapitel, welches die korrelativen Variationen bespricht. In der »Entstehung der Arten« sagt er S. 114 (Ges. Werke II, S. 168): »Der ganze Organismus ist bei seinem Wachstum und seiner Ausbildung so innig in allen seinen Teilen verknüpft, daß, wenn irgendwo schwache Variationen auftreten und sich durch natürliche Zuchtwahl häufen, dadurch auch andere Teile abgeändert werden.«

Und eine entsprechende Angabe, welche in den »Tieren und Pflanzen im Zustande der Domestikation« Vol. II S. 320 (Ges. Werke IV, S. 343) zu finden ist, lautet wie folgt:

»Die korrelative Variation ist für uns von größter Wichtigkeit, denn wenn ein einzelner Teil durch fortgesetzte Zuchtwahl abgeändert wird, sei es durch den Menschen oder im Naturzustande, so werden andere Teile des Organismus unvermeidlich mit abgeändert. Aus dieser Korrelation folgt augenscheinlich, daß die Varietäten bei unseren domestizierten Pflanzen und Tieren wohl selten oder nie nur durch ein einziges Merkmal von einander sich unterscheiden.«

Auf welchem Wege kann nun ein veränderter Teil auch andere Teile abändern? Indem er ihre Funktionen in irgend welcher Weise oder in irgend welchem Grade verändert, scheint die einzig mögliche Antwort zu sein. Man kann sich allerdings vorstellen, daß, wo der veränderte Teil irgend ein Hautanhang ist, der, indem er größer wurde, einen bedeutenderen Anteil von nötigem Nährmaterial aus dem allgemeinen Vorrat in Anspruch nahm, die Wirkung dieses Vorgangs einfach in einer Verminderung des Betrages dieses Materials, welcher für andere Hautanhänge verfügbar war, bestehen kann, was dann eine Verkleinerung einiger derselben oder aller zur Folge haben mag, ohne daß es in irgend wahrnehmbarer Weise die übrigen Teile des Organismus mit zu beeinflussen brauchte, außer vielleicht die Blutgefäße in unmittelbarer Nähe des vergrößerten Hautanhangs. Wo es sich aber um einen aktiven Teil handelt — um eine Gliedmaße oder ein inneres Organ oder irgend welchen Teil, der fortwährende Blutzufuhr erfordert und fortwährend Verbrauchsprodukte hervorbringt, gewisse Teile ausscheidet und andere in sich aufnimmt — da werden auch alle übrigen aktiven Organe bei dieser Veränderung in Mitleidenschaft gezogen. Die von ihnen ausgeübten Funktionen müssen ja stets ein bewegliches Gleichgewicht bilden; und daher kann die Funktion eines einzelnen durch Änderung der dieselbe besorgenden Gebilde weder dem Grad noch der Art nach irgendwie verändert werden, ohne daß die Funktionen aller übrigen Teile ähnlichen Einflüssen unterliegen — die einen in mehr, die andern in weniger auffälliger Weise, jenachdem ihre Beziehungen zu jenem Teil unmittelbar oder mittelbar sind. Unter diesen von einander abhängigen Veränderungen sind die normalen naturgemäß weniger auffällig; diejenigen dagegen, welche teil-

weise oder vollständig abnorm sind, genügen allein schon, um den allgemeinen Satz zu stützen. So beeinflußt z. B. außergewöhnliche Vergrößerung des Gehirns die Ausscheidung der Nieren der Menge oder der Qualität nach oder in beiden Hinsichten zugleich. Häufige Gemütsbewegungen von unangenehmer Art hemmen den Abfluß der Galle oder bringen ihn völlig zum Stillstand. Wenn die Blutzirkulation in irgend einem wichtigeren Organ, das sich in krankhaftem oder gestörtem Zustand befindet, ein bedeutenderes Hindernis zu überwinden hat, so wird dadurch dem Herzen eine größere Anstrengung auferlegt, was eine Hypertrophie seiner Muskelwände zur Folge hat; und obgleich diese Veränderung, soweit es sich um das primäre Übel handelt, eigentlich heilsamer Natur ist, so zieht sie doch häufig wieder eine Schädigung anderer Organe nach sich. »Gehirnschlag und Lähmung hängen in einer kaum glaublichen Zahl von Fällen unmittelbar von hypertrophischer Vergrößerung des Herzens ab.« Und in anderen Fällen entstehen daraus Asthma, Wassersucht und Epilepsie. Wenn nun ein Ergebnis dieser wechselseitigen Abhängigkeit, wie sie in einzelnen Organen sich beobachten läßt, darin liegt, daß eine lokale Abänderung eines bestimmten Teils auch korrelative Abänderungen anderer Teile hervorruft, indem sie ihre Funktionen verändert, so müssen wir hier die Frage aufwerfen: sind diese korrelativen Abänderungen, wenn sie sich noch innerhalb der normalen Grenzen halten, erblich oder nicht? Wenn sie erblich sind, so erscheint die von Darwin angeführte Thatsache, daß, »wenn ein Teil durch fortgesetzte Zuchtwahl modifiziert wird«, »unvermeidlicherweise auch andere Teile der Organisation abgeändert werden«, vollkommen begreiflich: diese sekundär hervorgebrachten Veränderungen werden eben gleichen Schrittes mit den durch die Zuchtwahl erzeugten successiven Veränderungen auf die Nachkommen übertragen. Allein wie steht es, wenn sie nicht erblich sind? In diesem Fall, wenn also diese sekundären Modifikationen, welche in dem einzelnen Individuum erzeugt wurden, nicht auf die Nachkommenschaft übergehen, müssen diese Nachkommen ihr Leben mit einer Organisation beginnen, welche gleichsam aus dem Gleichgewicht gebracht ist, und mit jedem Zuwachs dieser Abänderungen in dem durch die Zuchtwahl beeinflußten Teil muß ihr Organismus noch mehr aus dem Gleichgewicht gebracht werden — muß also ein immer größerer Betrag von Reorganisation stattfinden, welche während ihres Lebens durchzuführen ist. Dadurch muß aber die Konstitution der betreffenden Varietät immer unbrauchbarer werden.

Der einzige denkbare Ausweg liegt darin, daß die Neuanpassungen im Lauf der Zeit durch natürliche Zuchtwahl zu stande kommen. Allein da wir in erster Linie keinen Beweis für begleitende Variation bei unmittelbar zusammenwirkenden Teilen finden, selbst wenn sie innig miteinander verbunden sind, so darf auch keinerlei begleitende Variation bei solchen Teilen angenommen werden, die nicht bloß fern von einander liegen, sondern auch nur indirekt zusammenwirken. Und in zweiter Linie würde ja, lange bevor alle die zahlreichen erforderlichen Neuanpassungen durchgeführt sein könnten, die ganze Varietät wegen ihrer mangelhaften Konstitution aussterben. Selbst wenn diese Schwierigkeiten

beseitigt wären, müßten wir immer noch eine Reihe von sehr sonderbaren Sätzen festhalten, die ungefähr folgendermaßen lauten würden: — 1. Abänderung in irgend welchem Teil zieht durch Rückwirkung auf den Organismus Abänderungen in anderen Teilen nach sich, deren Funktionen notwendigerweise ebenfalls abgeändert werden. 2. Solche beim einzelnen Individuum hervorgebrachte Abänderungen affizieren auf gewisse Weise die Fortpflanzungselemente, denn man findet, daß diese ungewöhnliche Bildungen hervorbringen, wenn das konstitutionelle Gleichgewicht andauernd gestört wurde. 3. Allein die auf solche Weise in den Fortpflanzungselementen verursachten Abänderungen sind nicht von der Art, daß sie jenen funktionell erzeugten Abänderungen entsprächen oder dieselben verträten: die auf die Nachkommenschaft übertragenen Modifikationen stehen in gar keiner Beziehung zu diesen verschiedenen funktionell in den Organen der Erzeuger hervorgebrachten Modifikationen. 4. Gleichwohl aber, während also das Gleichgewicht der Funktionen nicht etwa durch Vererbung der Wirkungen gestörter Funktionen auf die Organe wiederhergestellt werden kann, die sich innerhalb des einzelnen Organismus vollziehen würde, kann es vielmehr durch die Vererbung zufälliger Variationen wiederhergestellt werden, die in sämtlichen affizierten Organen auftreten, ohne zu diesen Veränderungen der Funktionen irgendwie in Beziehung zu stehen.

Ohne nun behaupten zu wollen, daß es ganz unmöglich wäre, diese Reihe von Sätzen anzunehmen, dürfen wir doch jedenfalls sagen, daß dies niemand leicht fallen wird.

»Wo aber sind die direkten Beweise dafür, daß die Vererbung von funktionell erzeugten Abänderungen wirklich stattfindet?« Diese Frage werden mir alle diejenigen entgegenhalten, die sich der landläufigen ausschließlichen Erklärung der Thatsachen hingegeben haben. »Es ist wohl einzuräumen, daß gewisse Schwierigkeiten vorhanden sind; allein bevor die erblich übertragenen Wirkungen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs rechtmäßigerweise zur Erklärung derselben herangezogen werden dürfen, müssen wir sichere Belege haben, daß die Wirkungen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs thatsächlich übertragen werden.«

Bevor ich diesen Einwand direkt zu widerlegen suche, will ich demselben indirekt entgegentreten durch den Hinweis darauf, daß der Mangel von anerkannten Beweisen sich wohl erklären läßt, ohne anzunehmen, daß es deren nicht die Fülle geben könnte. Nichtbeachtung oder widerwillige Beachtung führen zum Ignorieren von Thatsachen, die in Wirklichkeit vorliegen, wie sich dies am deutlichsten bei den prähistorischen Werkzeugen gezeigt hat. Unter dem Zwange des herrschenden Glaubens, daß keinerlei Spuren des Menschen auf der Oberfläche der Erde zu finden seien außer in gewissen obersten Formationen von neuestem Ursprung, versäumten die Geologen und Anthropologen nicht allein, nach solchen Spuren zu suchen, sondern sie blieben auch noch lange Zeit dabei, einen jeden, der solche gefunden zu haben behauptete, geradezu lächerlich zu machen. Als es dann endlich Boucher de Perthes gelang, die Augen der Männer der Wissenschaft auf die Feuersteinwerk-

zeuge zu lenken, welche er in den quaternären Ablagerungen des Sommethales entdeckt hatte, und als die Geologen und Anthropologen auf solche Weise sich überzeugen mußten, daß Beweise für das Dasein des Menschen auch in Formationen von bedeutendem Alter gefunden werden können, und sie von nun an nach denselben zu suchen begannen, da fanden sie solche in großer Fülle über die ganze Welt zerstreut. Oder um noch ein anderes mit unserem Gegenstand nächst verwandtes Beispiel zu erwähnen, brauchen wir nur an die Thatsache zu erinnern, daß die verächtliche Haltung gegenüber der Hypothese von der organischen Entwickelung, welche die Naturforscher im allgemeinen vor dem Erscheinen von Darwin's Werken beobachteten, sie völlig daran verhindert hat, die zahllosen Thatsachen zu sehen, durch welche dieselbe gestützt wird. Ebenso ist es nun auch sehr wohl möglich, daß, weil sie sich ganz der Ansicht entfremdet haben, daß eine Übertragung solcher Strukturveränderungen, die durch Abänderung der Thätigkeit erzeugt sind, stattfinden kann, die heutigen Naturforscher verleitet werden, auf die Beweise, welche eine solche Ansicht unterstützen könnten, gar kein Gewicht zu legen und sich zu weigern, dem Aufsuchen fernerer Beweise dieser Art ihre Aufmerksamkeit zu schenken.

Wenn man sich nun frägt, wie es komme, daß so viele Beispiele vom zufälligen Entstehen der verschiedensten Variationen und von ihrem Wiederauftreten bei der Nachkommenschaft aufgezeichnet worden sind, während es an Angaben über das Vorkommen der Übertragung von funktionell erzeugten Abänderungen beinahe völlig fehlt, so läßt sich darauf dreierlei antworten. In erster Linie sind viele der zu der einen Klasse gehörigen Abänderungen sehr auffällig, während sich diejenigen der anderen Klasse fast völlig der Beachtung entziehen. Wenn ein Kind mit sechs Fingern geboren wird, so wird diese Mißbildung nicht bloß überhaupt bemerkt, sondern sie ist so wunderbar, daß sie die allgemeinste Aufmerksamkeit erregt, und wenn diese Kinder groß werden und sechsfingerige Nachkommen erzeugen, so erfährt jedermann im weitesten Umkreis davon. Eine Taube mit ganz eigentümlich gefärbten Federn oder eine andere, die sich durch einen verbreiterten oder aufwärts gerichteten Schwanz oder einen Vorsprung am Hals auszeichnet, machen sich durch ihre Sonderbarkeit bemerklich, und wenn bei ihren Jungen dieses Merkmal sich wiederholt und gelegentlich sogar gesteigert erscheint, so wird diese Thatsache aufgezeichnet und es erhebt sich das Bestreben, eine solche Besonderheit durch Zuchtwahl festzuhalten. Ein Lamm, das durch die Kürze seiner Beine am Springen verhindert war, mußte notwendig beachtet werden, und die Thatsache, daß seine Nachkommen in gleicher Weise kurzbeinig waren und demgemäß nicht die Fähigkeit besaßen, über Zäune hinwegzuspringen, mußte unvermeidlich den weitesten Kreisen bekannt werden. Ähnliches gilt von den Pflanzen. Daß diese Blume eine außergewöhnlich große Zahl von Blumenblättern besitzt, daß jene abweichend vom Typus symmetrisch gestaltet ist und daß eine andere in der Farbe bedeutend von den meisten ihrer Art abweicht, wird jeder achtsame Gärtner leicht bemerken, und wenn einmal die Vermutung rege geworden ist, daß solche Anomalien erblich seien, so werden gewiß hierauf

genug Versuche angestellt, welche zu ferneren Beweisen, daß dem so sei, Anlaß geben. Ganz anders jedoch verhält es sich mit funktionell erzeugten Abänderungen. Ihr Sitz sind fast in allen Fällen die Muskeln, die Knochen, das Nervensystem und die Eingeweide, lauter Teile, die entweder ganz verborgen oder nur schwer zu untersuchen sind. Eine Abänderung in den Nervenzentren kann das Auge von außen nicht wahrnehmen; Knochen können in Größe oder Gestalt bedeutend abgeändert sein, ohne daß die Aufmerksamkeit sich auf sie richtet; und da die meisten Tiere, welche einer andauernden Beobachtung zugänglich sind, eine dicke Haar- oder Federbedeckung besitzen, so muß eine Zu- oder Abnahme in den Muskeln schon sehr groß sein, wenn sie äußerlich wahrnehmbar sein soll.

Ein fernerer wichtiger Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgegenständen liegt darin, daß es, um festzustellen, ob eine zufällige Variation erblich sei, nur einer geringen Aufmerksamkeit auf die Auswahl der betreffenden Individuen und der Beobachtung ihrer Nachkommen bedarf, während zur Entscheidung der Frage, ob eine Vererbung von funktionell erzeugten Abänderungen stattfindet, Einrichtungen getroffen werden müßten, welche eine größere oder geringere Übung eines oder mehrerer bestimmter Teile zu bewirken hätten; und in vielen Fällen ist es sehr schwierig, solche Einrichtungen zu finden; es erfordert große Mühe, sie auch nur eine einzige Generation hindurch in Stand zu halten, und noch schwieriger ist es, sie durch mehrere Generationen fortzusetzen.

Gleichzeitig kommt noch ein fernerer Grund hinzu. Im einen Falle wirken gewisse Anreize zur Untersuchung mit, die im andern Falle ganz fehlen. Der materielle Vorteil und das Interesse des Liebhabers haben, bald gesondert bald gemeinsam wirkend, eine große Menge von Menschen dazu angetrieben, Versuche anzustellen, welche klare Beweise, daß zufällige Variationen vererbt werden, ans Licht förderten. Die Viehzüchter, denen es großen Vorteil bringt, bestimmte Formen und Eigenschaften auszubilden, die Züchter von aus Liebhaberei gehaltenen Tieren, die ihren Stolz darein setzen, ihre Erzeugnisse möglichst vollkommen werden zu lassen, die gewerbsmäßigen wie die Liebhaber-Floristen, welche immer neue Varietäten auf den Markt bringen und dafür Preise gewinnen, bilden zusammen eine stattliche Armee, die den Naturforschern eine Unzahl der erforderlichen Beweise liefern. Allein an solchen Mitarbeitern, die, sei es durch pekuniäres Interesse, sei es durch die Freude an irgend einem Steckenpferd sich leiten lassen, fehlt es vollständig da, wo es gilt, durch Experimente festzustellen, ob die Wirkungen des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs erblich seien.

So hat es also seinen vollkommen ausreichenden Grund, warum im einen Falle so zahlreiche und direkte Beweise vorliegen, während im anderen derselben nur wenige sind, denn diese wenigen beschränken sich auf das, was zufällig etwa beobachtet wird. Sehen wir nun zu, wie viel von dieser Art wenigstens vorliegt.

Erhebliches Gewicht dürfen wir einer Thatsache beilegen, die Brown Séquard ganz zufällig im Verlauf seiner Untersuchungen entdeckt hat.

Er fand, daß gewisse künstlich erzeugte Verletzungen des Nervensystems, selbst so geringfügige wie die Durchschneidung des Hüftnerven, nach der Verheilung eine sich steigernde Reizbarkeit hinterlassen, welche mit einer Neigung zu epileptischen Anfällen endigt, und es zeigte sich hierauf das unerwartete Ergebnis, daß die Nachkommen von Meerschweinchen, welche auf diese Weise eine Neigung zur Epilepsie erworben hatten, so daß schon ein Kneifen des Halses genügte, um einen Anfall hervorzurufen, ihrerseits eine epileptische Neigung gleicher Art erbten. Man hat allerdings seither behauptet, die Meerschweinchen neigten überhaupt zur Epilepsie und Erscheinungen der beschriebenen Art kämen auch da vor, wo keine solche Verletzung stattgefunden habe wie in Brown Séquard's Falle. Zieht man aber die Unwahrscheinlichkeit in Betracht, daß die von ihm beobachteten Erscheinungen nichts weiter gewesen sein könnten, als was gelegentlich auf natürlichem Wege auftritt, so dürfen wir wohl, so lange nicht bestimmte Thatsachen für das Gegenteil sprechen, seinen Resultaten einen gewissen Wert zuschreiben.

Belege nicht zwar von dieser unmittelbar experimentellen Art, nichtsdestoweniger aber solche von großer Bedeutung liefern uns andere nervöse Störungen. Es ist hinlänglich bewiesen, daß Wahnsinn manchmal durch Umstände hervorgerufen werden kann, welche auf die eine oder andere Weise die Funktionen des Nervensystems in Unordnung bringen: durch übermäßige Beanspruchung dieser oder jener Art; und niemand bezweifelt wohl die herrschende Ansicht, daß Wahnsinn erblich sei. Will man nun behaupten, daß der Wahnsinn, welcher erblich ist, nur von der Art sei, welche spontan entsteht, daß aber der Wahnsinn, welcher auf gewisse chronische Störungen der Funktionen folgt, nicht erblich sei? Dies dürfte wohl kaum als eine sehr vernünftige Behauptung erscheinen, und so lange nicht eine bestimmte Bürgschaft für dieselbe uns entgegentritt, können wir getrost annehmen, daß hier eine fernere Stütze für den Glauben an die Übertragung von funktionell erzeugten Abänderungen gegeben ist.

Überdies finde ich bei den Ärzten die Ansicht herrschend, daß auch Nervenstörungen von weniger ernster Art erblich sind. Menschen, die ihr Nervensystem durch andauernde Überarbeitung oder auf irgend welche andere Weise geschwächt haben, erzeugen Kinder, die mehr oder weniger zur Nervosität geneigt sind. Es kommt hier nicht in Betracht, welches die Form der Übertragung sei, ob es sich um ein irgendwie unvollkommen gebliebenes Gehirn oder um eine mangelhafte Blutzufuhr handelt; auf jeden Fall hat die Vererbung von funktionell abgeänderten Struktureigentümlichkeiten stattgefunden.

Eine Bestätigung der im obigen für die Spärlichkeit dieser direkten Beweise angeführten Gründe liefert uns die Betrachtung dieser Fälle selbst; denn man sieht leicht ein, daß die erwähnten Erscheinungen so beschaffen sind, daß sie aus der einen oder andern Ursache die Aufmerksamkeit besonders erregten. Sie rechtfertigen also die Vermutung, daß nicht etwa die Seltenheit des Vorkommens solcher Fälle daran schuld ist, wenn man nicht viele derselben anführen kann, sondern nur der Umstand, daß sie meistens wenig auffällig und nur vermöge einer absichtlich darauf gerichteten Untersuchung zu finden sind, die aber eben niemand anstellt.

Ich sage niemand, doch dies war nicht ganz richtig. Erfolgreiche Forschungen danach hat jemand angestellt, dessen Kompetenz als Beobachter über allen Zweifel erhaben ist und dessen Zeugnisse weniger als diejenigen der meisten anderen unter der Voreingenommenheit gegenüber der Folgerung, daß solche Vererbung stattfinde, gelitten haben dürften. Ich meine den Verfasser der »Entstehung der Arten«.

Heutzutage sind die meisten Naturforscher darwinistischer als Darwin selbst. Ich meine nicht etwa, daß ihr Glaube an die organische Entwickelung entschiedener sei, obgleich man hierzu verleitet werden könnte durch die Masse der Leser, welche Darwin's großartigen Beitrag zur Theorie von der organischen Entwickelung mit der Theorie der organischen Entwickelung selbst und sogar mit der Entwickelungslehre überhaupt verwechseln. Ich meine aber, daß einem besonderen Faktor, von welchem er zuerst erkannte, eine wie gewaltige Rolle er in der organischen Entwickelung gespielt hat, das Schicksal widerfahren ist, von seinen Nachfolgern als der einzige Faktor betrachtet zu werden, obwohl er selbst ihn keineswegs dafür hielt. Allerdings hat er scheinbar die von früheren Forschern behaupteten kausalen Einflüsse vollkommen zurückgewiesen. In der »Historischen Skizze«, welche den späteren Ausgaben seiner Entstehung der Arten vorangestellt ist, sagt er (S. 2. Anm.): »Es ist merkwürdig, wie weitgehend mein Großvater Dr. Erasmus Darwin die Ansichten Lamarck's und deren irrige Begründung in seiner 1794 erschienenen Zoonomia (I. Band S. 500—510) antizipierte.« Und da sich nun unter den hier bezeichneten Ansichten auch die Meinung befand, daß Veränderung der Struktur bei den Organismen durch die Vererbung von funktionell erzeugten Abänderungen entstünden, so scheint es allerdings, als hätte Darwin durch den oben citierten Satz seine Überzeugung vom Nichtbestehen solcher Vererbung ausgedrückt. Allein diesen Sinn wollte er jedenfalls nicht in seine Worte hineinlegen, denn seine Überzeugung, daß dies eine und wahrscheinlich sogar sehr wichtige Ursache der Entwickelung sei, geht aus zahlreichen Stellen seiner Werke hervor. Im ersten Kapitel der Entstehung der Arten sagt er (S. 31 der Gesammelten Werke, II. Band, Stuttgart 1876) von den vererbten Folgen der Gewöhnung, daß »bei den Tieren der vermehrte Gebrauch oder Nichtgebrauch der Teile einen entschiedenen Einfluß gehabt habe«, und als Beispiel hierfür gibt er das veränderte relative Gewicht der Flügelknochen und Beinknochen der wilden und der zahmen Ente an, sowie »die bedeutende und vererbte Ausbildung des Euters bei Kühen und Ziegen« und die hängenden Ohren verschiedener domestizierter Tiere. Im nachstehenden führe ich noch andere Stellen aus der letzten Ausgabe dieses Werkes an:

»Ich glaube die [im ersten Kapitel angeführten] Thatsachen lassen keinen Zweifel übrig, daß bei unseren Haustieren der Gebrauch gewisse Teile verstärkt und vergrößert und der Nichtgebrauch sie verkleinert hat und daß solche Abänderungen erblich sind« (S. 108; Ges. Werke II. S. 159). (Und auf den folgenden Seiten gibt er fünf weitere Beispiele für solche Wirkungen.) »Wesentliche Wirkungen dürften Angewöhnung

auf das Hervorrufen von Eigentümlichkeiten der Konstitution, Gebrauch der Organe auf ihre Verstärkung und Nichtgebrauch auf ihre Schwächung und Verkleinerung in vielen Fällen gehabt haben« (S. 131; Ges. Werke II. S. 190). »Bei der Erläuterung spezieller Fälle übergeht Mr. Mivart die Wirkungen des vermehrten Gebrauchs und Nichtgebrauchs auf Teile, von welchen ich immer behauptet habe, daß sie sehr bedeutungsvoll seien, und welche ich in meinem Buche über ‚Das Variieren im Zustande der Domestikation' in größerer Ausführlichkeit behandelt habe, als wie ich glaube irgend ein anderer Schriftsteller« (S. 176; Ges. Werke II. S. 249). »Auf der andern Seite wird Nichtgebrauch den geringer entwickelten Zustand der ganzen untern Hälfte des Körpers [der Pleuronektiden], mit Einschluß der [paarigen] Seitenflossen erklären« (S. 188; Ges. Werke II. S. 264). »Ich will noch ein anderes Beispiel einer Struktureinrichtung anführen, welche ihren Ursprung allem Anschein nach ausschließlich dem Gebrauch oder der Gewohnheit verdankt« (S. 188; — S. 265). »Allem Anschein nach ist Nichtgebrauch das hauptsächliche Agens gewesen, welches die Organe rudimentär gemacht hat« (S. 400; — S. 540). »Im ganzen kann man glaube ich schließen, daß Gewöhnung oder Gebrauch und Nichtgebrauch in manchen Fällen einen beträchtlichen Einfluß auf die Abänderung der Konstitution und des Baues ausgeübt haben, daß jedoch diese Wirkungen oft in erheblichem Grade mit der natürlichen Zuchtwahl angeborner Varietäten kombiniert und zuweilen von ihr überwuchert worden sind« (S. 114; — S. 168).

In seinem darauffolgenden Werk über »Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation«, wo er alle Einzelheiten bespricht, führt Darwin noch viel zahlreichere Belege für die vererbten Wirkungen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs an. Hier folgen einige dieser Fälle, die ich dem ersten Bande entnehme.

Von den zahmen Kaninchen sagt er: »Der Mangel an Körperbewegung hat offenbar die proportionale Länge der Gliedmaßen mit der des Körpers verglichen modifiziert« (S. 116; Ges. Werke III. S. 127). »Wir sehen somit, daß das bedeutungsvollste und komplizierteste Organ [das Gehirn] der ganzen Organisation dem Gesetz der Größenabnahme infolge von Nichtgebrauch unterliegt« (S. 129; — S. 141). Er bemerkt ferner, daß bei vielen Vögeln der ozeanischen Inseln, welche »von keinen Feinden verfolgt werden, die Verkümmerung ihrer Flügel wahrscheinlich durch fortwährenden Nichtgebrauch verursacht worden ist«. Nachdem er eine solche Art, das Wasserhuhn von Tristan d'Acunha (*Gallinula nesiotis*) mit dem europäischen Wasserhuhn (*G. chloropus*) verglichen und gezeigt hat, daß alle beim Fliegen in Betracht kommenden Knochen dort kleiner sind, fügt er hinzu: »Es sind daher im Skelett dieser natürlichen Art nahezu dieselben Veränderungen eingetreten, nur noch etwas weiter getrieben als bei unsern domestizierten Enten, und in diesem letzteren Falle wird glaube ich niemand bestreiten wollen, daß sie das Resultat des verringerten Gebrauchs der Flügel und des vermehrten Gebrauchs der Beine sind« (S. 286; — S. 314). »Wie bei andern lange domestizierten Tieren haben auch die Instinkte des Seidenspinners gelitten. Werden die Raupen auf einen Maulbeerbaum gesetzt, so begehen sie

häufig den befremdlichen Irrtum, die Basis des Blattes abzufressen, auf welchem sie sitzen, und fallen demzufolge herab. Nach Robinet sind sie aber im stande, wieder den Stamm hinaufzukriechen. Doch fehlt zuweilen selbst diese Fähigkeit, denn Martins setzte einige Raupen auf einen Baum; die, welche herabfielen, waren nicht im stande, hinaufzukriechen, und verhungerten, ja sie waren nicht einmal im stande, von Blatt zu Blatt zu kriechen« (S. 304; — S. 334).

Und nun ferner noch einige Beispiele von gleicher Bedeutung aus dem II. Bande:

»In vielen Fällen haben wir Grund zu glauben, daß der verminderte Gebrauch verschiedener Organe die entsprechenden Teile bei den Nachkommen affiziert habe. Wir haben aber keinen sicheren Beweis dafür, daß dies je im Laufe einer einzigen Generation erfolgte .... Unsere domestizierten Hühner, Enten und Gänse haben nicht nur in den einzelnen Individuen, sondern in der ganzen Rasse das Flugvermögen fast verloren, denn wir sehen nicht, daß ein junges Hühnchen, wenn es erschreckt wird, auffliegt wie ein junger Fasan .... Bei domestizierten Tauben sind die Länge des Brustbeines, die Höhe seines Kammes, die Länge des Schulterblattes und Schlüsselbeins, die Länge der Flügel von der Spitze des Radius der einen zu der der andern Seite gemessen sämtlich im Verhältnis zu denselben Teilen der wilden Taube reduziert.« [Nachdem entsprechende Verkleinerungen bei Hühnern und Enten einzeln angeführt worden, fügt Darwin hinzu:] »Das verringerte Gewicht und die verminderte Größe der Knochen in den vorstehenden Fällen sind wahrscheinlich das indirekte Resultat der Rückwirkung der geschwächten Muskeln auf die Knochen« (S. 297; — S. 317 u. 318). »Nathusius hat gezeigt, daß bei den veredelten Schweinerassen die verkürzten Beine und Schnauzen, die Form der Hinterhauptgelenkhöcker und die Stellung der Kiefer, bei denen die obern Eckzähne in einer äußerst anormalen Weise vor den unteren Eckzähnen vorragen, dem Umstande zugeschrieben werden können, daß diese Teile nicht gehörig geübt worden sind .... Diese Abänderungen des Baues, welche alle streng erblich sind, charakterisieren mehrere veredelte Rassen, so daß sie nicht von einer einzigen domestizierten oder wilden Stammform abgeleitet werden können. In Beziehung auf das Rind hat Professor Tanner bemerkt, daß die Lunge und die Leber bei den veredelten Rassen ‚beträchtlich an Größe reduziert sind verglichen mit denen von Tieren, welche vollständige Freiheit haben' ... Die Ursache der Verkleinerung der Lungen bei den hochkultivierten Tieren, welche wenig Bewegung haben, liegt auf der Hand« (S. 299; — S. 319). [Und auf Seite 301—303 (S. 320—323) führt er Thatsachen an, welche die Wirkungen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs bei domestizierten Tieren in der Hinsicht beweisen, als die Eigenschaften der Ohren, die Länge des Darms und in verschiedener Weise die Natur der Instinkte abgeändert werden.]

Allein Darwin's Zugeständnis oder vielmehr seine bestimmte Behauptung, daß die Erblichkeit von funktionell hervorgerufenen Abänderungen ein wesentlicher Faktor in der organischen Entwickelung sei, erhellt nicht allein aus diesen und zahlreichen verwandten Stellen, sondern

sie ist noch deutlicher ausgesprochen in einer Stelle des Vorworts zur zweiten Ausgabe seiner »Abstammung des Menschen«. Hier erklärt er sich gegen jene herrschende Ausdeutung seiner Ansichten, welche diesen Faktor völlig in den Hintergrund drängt. Diese Stelle lautet folgendermaßen:

»Noch möchte ich diese Gelegenheit zu der Bemerkung benutzen, daß meine Kritiker häufig von der Annahme ausgehen, ich schriebe alle Abänderungen des körperlichen Baues und der geistigen Kräfte ausschließlich der natürlichen Zuchtwahl solcher Variationen zu, die häufig spontan genannt werden, während ich doch selbst schon in der ersten Ausgabe der »Entstehung der Arten« ausdrücklich gesagt habe, daß großes Gewicht auf die ererbten Wirkungen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs sowohl in Beziehung auf den Körper als auf den Geist gelegt werden müsse.«

Ja noch mehr. Es läßt sich zeigen, daß Darwin's Überzeugung von der Wirksamkeit dieses Faktors noch fester wurde, als er in späteren Jahren reichlichere Beweise dafür gesammelt hatte. Die erste der oben erwähnten Stellen, welche der 6. Ausgabe der »Entstehung der Arten« entnommen ist, lautet daselbst:

»Ich glaube, es kann keinem Zweifel unterliegen, daß bei unsern domestizierten Tieren der Gebrauch gewisse Teile gestärkt und vergrößert und der Nichtgebrauch sie verkleinert habe und daß solche Abänderungen vererbt werden.«

Nimmt man nun die erste Ausgabe zur Hand, so findet man, daß an Stelle der Worte: »Ich glaube, es kann keinem Zweifel unterliegen«, — ursprünglich die Worte standen: »Ich glaube, diese Thatsachen lassen wenig Zweifel übrig.« Daß diese absichtliche Beseitigung eines einschränkenden Wortes, um ein Wort an dessen Stelle zu setzen, das unbeschränkten Glauben andeutet, wirklich auf einer entschiedeneren Anerkennung eines ursprünglich unterschätzten Faktors beruhte, ergibt sich deutlich genug aus dem Wortlaut der eben citierten Stelle aus der Vorrede zu der Abstammung des Menschen, wo er sagt: »selbst schon in der ersten Auflage der ‚Entstehung der Arten'« — womit doch wohl ausgedrückt ist, daß er in späteren Ausgaben und späteren Werken noch viel mehr Gewicht auf diesen Faktor gelegt habe. Die hier hervorgehobene Veränderung ist insbesondere auch deswegen bedeutsam, weil sie in einem Lebensalter vorgenommen wurde, wo ein natürliches Streben zum starren Festhalten an einmal gebildeten Ansichten vorwaltet.

In jener früheren Periode seines Lebens, wo er in immer größerer Zahl solche Fälle entdeckte, in welchen seine eigene Hypothese eine klare Lösung versprach, während er zugleich beobachtete, wie durchaus unzulänglich in diesen vielen Fällen die von seinem Großvater und von Lamarck aufgestellte Hypothese erschien, wurde Darwin ganz naturgemäß beinahe zu dem festen Glauben verleitet, daß die eine überall genüge, die andere gar nichts tauge. Im Geiste eines so ehrlichen und jederzeit dem Gewichte neuer Beweise zugänglichen Menschen aber kam es von selbst zu einer Reaktion. Die Erblichkeit von funktionell hervorgerufenen Abänderungen, von der man nach der oben citierten Stelle über die Ansichten dieser früheren Forscher glauben könnte, er habe

sie seiner Zeit vollkommen abgeleugnet, die er aber, wie wir gesehen haben, stets in gewissem Grade anerkannte, wurde von ihm immer mehr und mehr betont und nach reiflicher Erwägung als ein Faktor von großer Bedeutung mit aufgeführt.

Angesichts dieser in den späteren Schriften Darwin's sich kund gebenden Reaktion müssen wir uns nun fragen: Ist dieselbe nicht noch weiter zu führen? Ist der Anteil an der organischen Entwickelung, welchen Darwin in späteren Zeiten der Übertragung von durch Gebrauch und Nichtgebrauch erzeugten Abänderungen zugestand, wirklich ihr ganzer Anteil hieran? Ein Rückblick auf die obengenannten Beweisgruppen wird uns meines Erachtens zu der Ansicht führen, daß ihr Anteil noch weit größer war, als er selbst in seinen letzten Jahren ihr zuschrieb.

Zunächst ist die Bedeutung der ausgedehnten Gruppen von Erscheinungen zu betrachten, welche, wenn dieser Faktor ganz fehlen würde, unerklärbar blieben. Wenn, wie wir sahen, zusammenwirkende Teile nicht gleichzeitig variieren, selbst wo es ihrer wenige und nahe beisammen liegende sind, und wenn man daher noch weniger annehmen darf, daß dies geschehe, wo es deren viele und weit von einander entfernte sind, so können wir überhaupt alle jene zahllosen Änderungen in der Organisation nicht erklären, die dadurch mitbedingt erscheinen, daß, um irgend einen abgeänderten Teil nützlich und vorteilhaft verwenden zu können, viele andere Teile, deren Thätigkeit die des ersteren unterstützt, mit abgeändert werden müssen. Wie nun ferner zunehmende Kompliziertheit des inneren Baues, welche stets eine Zunahme in der Verwickelung der Lebensverhältnisse begleitete, auch eine gesteigerte Anzahl von Fähigkeiten mitbedingt, die eine jede das Ihrige zur Erhaltung des Einzelnen oder seiner Nachkommen beizutragen haben, und da die verschiedenen Individuen einer Art sämtlich ungefähr den normalen Betrag an allen diesen Eigenschaften nötig haben, weshalb denn auch jedes einzelne aus einer außergewöhnlichen Steigerung bald dieser bald jener Eigenschaft Vorteil zu ziehen vermag, so folgt daraus, daß in demselben Maße, als die Zahl der Fähigkeiten ansteigt, es für jede einzelne immer schwieriger wird, sich durch natürliche Zuchtwahl weiter zu entwickeln. Denn nur da, wo die Steigerung irgend einer bestimmten Eigenschaft ganz ausschlaggebend vorteilhaft erscheint, kann man dieses Mittel als dem Zwecke angemessen erklären. Insbesondere aber da, wo es sich um Fähigkeiten handelt, welche die Selbsterhaltung nicht in irgend wahrnehmbarem Grade fördern, erscheint die Ausbildung derselben durch natürliche Zuchtwahl undenkbar.

Es ist eine von Darwin selbst anerkannte Thatsache, daß, wo durch Zuchtwahl im Laufe der Generationen ein Teil vergrößert oder verkleinert worden ist, seine Rückwirkung auf andere Teile wiederum Veränderungen in diesen nach sich zieht. Diese Rückwirkung macht sich durch die dabei stattfindenden Veränderungen der Funktion geltend. Wenn nun die durch solche Veränderungen der Funktion bewirkten Abänderungen des Baues erblich sind, dann kann die Neuanpassung der Teile im ganzen Organismus, da sie in jeder einzelnen Generation der

ganzen Reihe sich vollzieht, auch stets annähernd im Gleichgewicht bleiben. Ist jenes aber nicht der Fall, so muß der Organismus notwendig mit jeder Generation mehr aus dem Geleise kommen und schließlich immer untauglicher werden.

Ferner ist es unzweifelhaft, daß eine jede Veränderung im Gleichgewichte der Funktionen ihre Wirkung namentlich auch in den Fortpflanzungselementen ausprägt. Wir haben also nun zwischen den beiden Möglichkeiten zu entscheiden, ob die dort ausgeprägten Wirkungen außer Beziehung stehen zu den besonderen Abänderungen, welche der Organismus erlitten hat, oder ob sie derart sind, daß sie eine Wiederholung dieser Abänderungen zu erzeugen streben. Die letztere dieser beiden Möglichkeiten läßt die Thatsachen begreiflich erscheinen, die erstere aber stellt uns nicht allein vor eine ganze Anzahl ungelöster Rätsel, sondern befindet sich auch im Widerspruch mit der allgemein anerkannten Wahrheit, daß die Eigenschaften der Vorfahren bis in die kleinsten Einzelheiten hinein durch die Fortpflanzung auf die Nachkommen übertragen werden.

Obgleich, da das pekuniäre Interesse sowohl wie die Freude an Liebhabereien fehlte, keine solchen besonderen Versuche wie jene, durch welche die Erblichkeit zufälliger Variationen festgestellt wurde, zu dem Zweck vorgenommen worden sind, um nachzuweisen, ob funktionell erzeugte Abänderungen ebenfalls vererbt werden, so haben sich doch gewisse augenfällige Beispiele solcher Erblichkeit von selbst der Beobachtung aufgedrängt, ohne daß danach gesucht worden wäre. Abgesehen von manchen weniger bedeutenden Anzeichen hierfür ist namentlich das oben erwähnte zu nennen — die Thatsache, daß der gesamte Apparat zum Zerreißen und Kauen sich mit der Abnahme seiner Funktionen selbst verkleinert hat, sowohl beim zivilisierten Menschen als bei jenen Varietäten des Hundes, die ein geschütztes und verzärteltes Leben führen. Was dann die große Zahl der von Darwin zusammengestellten Fälle betrifft, so ist wohl zu beachten, daß sie sich nicht nur auf eine einzige Gruppe von Teilen beziehen, sondern fast auf alle möglichen Organe — auf das Hautsystem, das Muskelsystem, das Knochengerüste, das Nervensystem und die Eingeweide, und daß unter den zur funktionellen Abänderung geneigten Teilen am häufigsten Fälle der hier fraglichen Erblichkeit da beobachtet worden sind, wo es leicht war, diese Teile zu erhalten und nachträglich zu vergleichen, bei den Knochen nämlich. Und diese Fälle sind überdies insofern besonders bedeutsam, als sie zeigen, wie bei vielen gar nicht näher verwandten Arten parallele Veränderungen des Baues gleichzeitig mit parallelen Abänderungen der Gewohnheit eingetreten sind.

Was für einen allgemeinen Schluß dürfen wir hieraus ziehen? Haben wir uns mit dem Zugeständnis zu begnügen, daß die Vererbung von funktionell erzeugten Abänderungen nur in den Fällen stattfindet, für welche bestimmte Zeugnisse vorliegen? Wäre es richtig, zu behaupten, daß diese vielen Beispiele von Strukturveränderungen, welche durch Änderungen der Funktionen veranlaßt wurden und in so mannigfaltigen Geweben und Organen vorkommen, lauter spezielle und ausnahmsweise

Beispiele seien, denen keine allgemeine Bedeutung zukomme? Müssen wir wirklich annehmen, daß zwar eine stattliche Zahl von Zeugnissen, wie sie bereits vorliegen, ohne Mitwirkung eines eigenen Stabes von Forschern zu Tage gefördert worden sei, daß aber trotzdem kaum eine erhebliche Vermehrung derselben zu erwarten wäre, wenn man dem Sammeln solcher Zeugnisse gehörige Aufmerksamkeit schenkte? Dies wäre doch wohl eine unverständige Behauptung. Mir wenigstens drängt die Gesamtheit der Thatsachen die Ansicht auf, der ich mich kaum zu entziehen vermöchte, daß die Vererbung von funktionell erzeugten Abänderungen ganz allgemein erfolgt. Betrachte ich die physiologischen Erscheinungen als Vorgänge, welche auch den physikalischen Gesetzen unterworfen sind, so ist es schwer, sich vorzustellen, daß ein verändertes System von organischen Kräften, das in vielen aus ganz verschiedenen Kreisen entnommenen Fällen eine vererbliche Strukturveränderung erzeugt, dies doch nicht in allen Fällen thun werde. Man kann wohl kaum umhin, zu schließen, daß die Thätigkeit jedes einzelnen Organs eine Rückwirkung auf dasselbe ausübt, die zwar in gewöhnlichen Zuständen den Betrag seiner Ernährung nicht beeinflußt, gelegentlich aber infolge von verminderter Thätigkeit eine schwächere Ernährung, zu andern Zeiten infolge von gesteigerter Thätigkeit eine vermehrte Ernährung desselben bewirkt, daß ferner diese Thätigkeiten, während sie einen abgeänderten Consensus der Funktionen und der Organe erzeugen, zu gleicher Zeit fortwährend diesen abgeänderten Consensus auch den Samenzellen und den Keimzellen aufprägen, aus denen die kommenden Generationen hervorgehen sollen, und daß die hieraus entspringenden Abänderungen der einen oder andern Art zumeist zwar in allzu unerheblichem Maße, als daß wir sie genau verfolgen könnten, gelegentlich aber und im Lauf ganzer Generationen in auffälliger Weise sich bemerkbar machen. Da ferner ganz ausgedehnte Klassen von Erscheinungen durchaus unerklärbar bleiben, wenn wir die Vererbung von zufälligen Variationen als den einzig wirksamen Faktor hinstellen, während dieselben sofort erklärlich werden, wenn man die Vererbung von funktionell erzeugten Abänderungen zugibt, so will mir scheinen, wir seien vollauf zu dem Schlusse berechtigt, daß diese Vererbung von funktionell erzeugten Abänderungen nicht bloß ein mitwirkender Faktor in der organischen Entwickelung gewesen sei, sondern als ein Faktor betrachtet werden müsse, ohne den die organische Entwickelung mindestens in ihren höheren Formen überhaupt nie sich hätte vollziehen können.

Mag dies übrigens eine hinlänglich verbürgte Folgerung sein oder nicht, jedenfalls dürften wir guten Grund haben, wenigstens vorläufig die Hypothese anzunehmen, daß die Folgen des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs erblich sind, und demgemäß in der bestimmten Absicht, diese Hypothese entweder zu bestätigen oder zu widerlegen, gewisse Untersuchungen methodisch zu verfolgen. Es ist doch wohl kaum vernünftig, ohne klare Beweise die Ansicht anzunehmen, daß, während eine ganz unbedeutende Strukturabweichung, die spontan entstanden ist, erblich übertragbar sei, ein geradezu massiv zu nennender Strukturunterschied, der überdies eine Generation nach der andern durch veränderte Funktion

sich forterhielt, gar keine Spuren bei der Nachkommenschaft hinterlassen sollte. In Anbetracht, daß die Abänderung des Baues durch die Funktion unzweifelhaft eine vera causa ist, insofern es sich um das einzelne Individuum handelt, und in Anbetracht der großen Zahl von Fällen, welche ein so urteilsfähiger Beobachter wie Darwin als Beweise dafür ansah, daß eine erbliche Übertragung solcher Abänderungen in einzelnen Fällen stattfinde, müssen wir meines Erachtens die Annahme, daß eine derartige Übertragung entsprechend einem ganz allgemeinen Gesetz, das für jedes aktive Organ gilt, wirklich vorkomme, zum mindesten als eine gute Arbeitshypothese anerkennen.

Wenn wir nun aber auch den soeben gezogenen allgemeinen Schluß für wohlbegründet halten — wenn wir auch annehmen wollen, daß jedermann überzeugt sei, es habe von Anfang an neben der Vererbung von zufällig aufgetretenen nützlichen Variationen auch stets die Vererbung von durch Gebrauch und Nichtgebrauch erzeugten Wirkungen stattgefunden, — bleiben dann gar keine weiteren Klassen von organischen Erscheinungen mehr unerklärt? Auf diese Frage glaube ich erwidern zu müssen, daß in der That noch gewisse Klassen organischer Erscheinungen der Erklärung harren. Ich meine, es wird sich zeigen lassen, daß bestimmte wesentliche Eigentümlichkeiten der Tiere und Pflanzen im allgemeinen immer noch unverständlich sind. Diesen Nachweis denke ich im nächsten Artikel zu führen.

(Schluß folgt.)

Die Moral und die Volksschule.

Von

B. Carneri.

Von verschiedenen Seiten aufgefordert, da wir schon wiederholt dem Gedanken Ausdruck gegeben haben, es sei von Staats wegen in der Volksschule Moral zu lehren, auch zu sagen, wie wir uns die Erteilung dieses Unterrichts vorstellen; halten wir es für unsere Pflicht, soweit unsere Kräfte reichen, diesem Rufe Folge zu leisten. Damit sagen wir aber nicht, daß wir uns für berufen halten, die Lösung dieser Frage zu unternehmen, welche großenteils eine pädagogische ist und Fachkenntnisse von einer Gründlichkeit voraussetzt, die wir uns nicht entfernt zuschreiben. Wir können nur die Berechtigung dieses Rufes nicht bestreiten, weil auch wir der Ansicht sind, daß man einen Gedanken von solcher Tragweite, zumal mit einer gewissen Energie nicht öffentlich aussprechen dürfe, wenn man, neben der Überzeugung von seiner Notwendigkeit, nicht auch zu einer bestimmten Vorstellung von seiner Durchführbarkeit gelangt ist. Wir werden uns daher glücklich schätzen, wenn das, was wir hier vorbringen, indem es den gütigen Leser für die Sache erwärmt, über die bloße Anregung hinausgeht, insofern ein paar von den Winken, welche wir zu geben uns gestatten, als praktisch anerkannt werden sollten.

Das Erste, um in dem vorliegenden Falle sich zu verständigen, ist die Einigung betreffs der Notwendigkeit, in der Volksschule neben dem Religionsunterricht einen Moralunterricht einzuführen. Schwerlich wird diese Notwendigkeit überall dieselbe sein. Daß sie aber an manchem Orte nicht empfunden wird, ist sicherlich kein Grund, dort, wo sie als dringend sich herausstellt, ihr keine Berücksichtigung zu schenken. Es kann sein, daß in einem Teile des protestantischen Deutschland beim Religionsunterricht die moralische Seite des Christentums eine Würdigung findet, welche die Unterweisung, die uns vorschwebt, großenteils überflüssig macht. In den katholischen Ländern, deren Verhältnisse uns genauer bekannt sind, werden die Kinder derart in der Religion unterrichtet, daß sie die Volksschule verlassen, ohne irgend einen klaren Begriff von dem zu haben, was der zivilisierte Mensch Moral nennt. Wir begreifen, daß dies vielen auf den ersten Blick unmöglich scheinen wird. Der aber die Sache in der Nähe sich besieht, wird sie ganz natürlich finden. In Österreich z. B., wo der nationale Streit heiß auf-

lodert, der slawische Klerus leidenschaftlich für die Herrschaft seines Stammes einsteht, der deutsche Klerus mit seltenen, in ihrer Seltenheit nicht hoch genug zu schätzenden, aber eben ihrer Seltenheit wegen ohnmächtigen Ausnahmen ohne Herz ist für die nationalen Gefühle und liberalen Gesinnungen seines Volkes: beschränkt sich der Religionsunterricht in der Volksschule auf die Pflichten gegen die Kirche und ein langes Sündenregister, dessen Erklärung oft gar nicht danach angethan ist, das Schamgefühl der jugendlichen Gemüter, die Grundlage aller Gesittung, zu pflegen und zu befestigen. Der deutsche Katechet eifert gegen den Liberalismus, der slawische Katechet gegen den Liberalismus und das Deutschtum, so daß Unduldsamkeit als die Signatur des Unterrichts bezeichnet werden kann, der heute an unserer Volksschule die Stelle des Moralunterrichts einnimmt; und daß Abhilfe dringend notthut, bezeugt zur Genüge das vom österreichischen Episkopat öffentlich beklagte Überhandnehmen »der Verrohung der Gemüter«.

Nicht betreffs dieser traurigen Erscheinung, sondern nur betreffs ihrer Ursachen können die Meinungen auseinander gehen. Die Kirche sucht den Grund in der Entchristlichung der modernen Schule und trifft damit das Ziel; aber sie trifft, und aus naheliegenden Gründen nicht ins Schwarze: der Grund liegt in der Entchristlichung des Religionsunterrichts, der die Moral des Christentums als Nebensache behandelt. Demnach stehen sich hier zwei Anschauungen gegenüber, die einander so nahe kommen, daß man denken könnte, es handle sich dabei nur um einen Wortstreit; allein — wie paradox es auch klingen mag — daß sie so nahe sich stehen, ist durchaus kein Grund zur Erwartung, daß sie eines Tages sich berühren werden. Es sind zwei parallel laufende Linien, die nur in den Köpfen unserer Neoeuklidisten, welche die Bedeutung des dreidimensionalen Raumes verkennen, sich kreuzen können. Zwischen dem Christentum und dem modernen Staate besteht kein Gegensatz; dagegen ist der Gegensatz zwischen dem modernen Staate und der Kirche ein unversöhnlicher. Den Moralunterricht, dessen der Staat bedarf, wird die Kirche nie erteilen. Darüber darf man keiner Täuschung sich hingeben, daß der Staat, zur Erkenntnis gelangend, es sei eine moralische Heranbildung der Jugend unerläßlich und dazu der Grund in der Volksschule zu legen, bei der Erfüllung dieser Pflicht auf sich allein angewiesen ist. Räumt er dabei der Kirche ein entscheidendes Wort ein, so wird er sein Ziel nie erreichen. Erreicht er sein Ziel, so kommt er um die Früchte seiner Arbeit, sowie er der Kirche dreinzureden gestattet. In Belgien hatte sich der Unterricht, der uns hier vorschwebt, in segensreicher Weise eingebürgert; und als bei den letzten Wahlen die kirchliche Partei ans Ruder kam, war es ihr Erstes, ihn zu beseitigen.

Einigt man sich über die Notwendigkeit eines solchen Unterrichts — unserer Überzeugung nach hängt davon die Zukunft des Rechtsstaates ab, der ohne moralisch herangebildete Bürger immer wieder in den Polizeistaat zurücksinken wird — so ist es das zweite, diesen Unterricht derart zu gestalten, daß er im kindlichen Gemüte keinen Konflikt hervorrufe mit dem Unterricht des Religionslehrers. Wir haben

bereits angedeutet, daß dieser vornehmlich vom Standpunkt der Sünde ausgeht. Daneben kann unser Unterricht ganz unbehindert bestehen, sobald er vom Standpunkt der Nächstenliebe ausgeht und damit den Boden des reinsten Christentums betritt: dort haben wir den Religionsunterricht, hier den Moralunterricht. In dieser Zweiteilung darf das Kind keinerlei Gegensatz und nur eine Ergänzung erblicken. Der Zweck, den wir im Auge haben, ist eine klare Entwickelung des Gewissens, und was zu einer Verwirrung des Gewissens führen könnte, würde von diesem Ziel ablenken. Der Moralunterricht, den der Staat erteilen läßt, hat mit dem Glauben nichts gemein, denn er beschränkt sich auf die Pflichten des Menschen gegen seine Mitmenschen und gegen den Staat; und daß diese Pflichten feststehen, ganz abgesehen von allem Glauben, kann dem kindlichen Gemüte nicht früh genug eingeimpft werden. In die Angelegenheiten des reinen Glaubens sich einzumengen, über die ihm kein Urteil zusteht, hat der Staat kein Recht. Um so mehr ist er berechtigt, darauf zu sehen, daß die Kirche nicht übergreife in seine Sphäre und die wichtige Stellung, die er in seinen Schulen ihr einräumt, nicht mißbrauche, um Dinge zu lehren, die sein Ansehen erschüttern und seinen wichtigsten Interessen zuwiderlaufen. Die Menschen sind nicht wegen des Staates da, aber womöglich noch weniger der Kirche wegen. Der Staat ist die Grundbedingung der Zivilisation, und die Pflicht der Kirche ist es, den Staat dort zu unterstützen, wo der Bereich seiner Gesetzgebung aufhört.

Allein nicht bloß mit dem Glauben darf der in der Volksschule zu erteilende Unterricht in keinerlei Konflikt geraten: alle prinzipiellen Begründungen der Moral haben, weil sie die Fassungskraft des Kindes übersteigen, vollständig übergangen zu werden. Das Gefühl der Verpflichtung zum Guten hat allmählich im Kinde als etwas Undiskutierbares sich zu entfalten. Unter der Voraussetzung des Festhaltens an diesem Standpunkte hoffen wir bei allen, die von der Notwendigkeit eines in die Volksschule einzuführenden Moralunterrichts überzeugt sind, die letzten Zweifel an dem praktischen Werte unserer Anregung zu verscheuchen. Da möchten wir unter den zur Realisierung dieses Planes unerläßlichen Vorbedingungen als das Dritte ein tüchtiges Lehrbuch bezeichnen, durch das die Volksschullehrer in den Stand gesetzt würden, diese sehr delikate Aufgabe glücklich zu lösen. Der einen Unterricht zu erteilen hat, sei es dann welcher immer, muß viel mehr wissen, als er beibringen soll; denn davon ist nicht nur die Qualität dessen, was er beibringt, abhängig, sondern auch die Weise, in der er es beibringt. Diese allgemeine Wahrheit ist von ganz besonderem Gewicht in dem vorliegenden Falle, in welchem es sich nicht um eine Art Katechismus handelt, dessen Antworten das Kind auswendig zu lernen hat, sondern im vollsten Sinne des Wortes um die ethische Erziehung des kindlichen Gemütes, dessen Empfänglichkeit es zu wecken gilt für das Gute, Schöne und Wahre. Als wir einmal in ganz kleinem Kreise diesen Gedanken entwickelten, wurden wir bei diesem Punkte durch den Zuruf: Idealist! — unterbrochen und ernstlich gefragt: ob wir es, gesetzt, es sei die Sache überhaupt durchführbar, wirklich als zweckmäßig erachten würden, wenn

man die Kinder aus der Volksschule mit Gemütsbedürfnissen entlassen wollte, welchen ihre Familienverhältnisse nicht entsprechen und die von ihren eigenen Eltern als unverständlich angestaunt würden? — Nun, sehr viele Eltern staunen auch über manches Wissen, das heute schon die Kinder aus der Schule mit nach Hause bringen. Allein wir begreifen jenes Bedenken, das treffend die Schattenseite hervorhebt, die bald da, bald dort mit jeder Neuerung verbunden ist. Was wir aber nicht begreifen, ist, daß man ein solches Bedenken äußern könne, ohne zu bemerken, daß man mit dem eigenen Finger die schmerzlichste Wunde unserer sozialen Verhältnisse berührt. Es gibt noch in der That unzählbare Familien, die nicht in der Lage sind, ihren Kindern den ersten Moralunterricht zu erteilen. Damit ist bewiesen, daß der Religionsunterricht, wie er zumal in katholischen Ländern erteilt wird, dazu nicht ausreicht; und das eben soll anders werden. Erinnert jenes Bedenken nicht an den, der auf die Bemerkung: daß den verwahrlosten Zuständen seiner Heimat am sichersten durch ein praktisches Straßennetz abzuhelfen wäre, — nichts Schlagenderes zu erwiedern wußte als: das geht nicht; bei uns gibt es zu viel Straßenräuber. — Wie wenn nicht ein tüchtig entwickelter Verkehr das richtige Mittel gegen Räuber wäre!

Was nun die Möglichkeit der Einführung eines Moralunterrichts in der Volksschule anbelangt, so ist sie längst erwiesen. Nicht nur hat dieser Unterricht und zwar mit bestem Erfolg in Belgien bestanden; er besteht heute als obligater Gegenstand in Frankreich, vollkommen geregelt durch das Gesetz vom 28. März 1882, und wird dort in Gemäßheit des Unterrichtsprogramms vom 27. Juli 1882 in etwas erweiterter Form auch in der Normalschule erteilt. Wir geben zu, daß ein strengerer Skeptizismus sagen könnte: bei so kurzem Bestande lasse sich von keinem Erfolg reden. Allein der strengste Skeptizismus kann nicht bestreiten, daß ein Staat glücklich zu preisen wäre, in welchem die aus der Volksschule nach Hause kehrenden Kinder, vom Moralunterricht erzählend, bei ihren Eltern dem nötigen Verständnis begegnen, weil schon die Eltern diesen Unterricht genossen haben. Müßten nicht infolgedessen anders geartete Kinder die Volksschule besuchen und die Wirkungen der Schule doppelt günstige sein? Hier handelt sich's nicht um einen jener Gegenstände, von welchen man, weil sie, wenn später nicht geübt, nur zu leicht vergessen werden, so oft sagen hört: ja, das habe auch ich gewußt, als ich noch in die Schule ging. Sind einem moralische Grundsätze eingepflanzt worden, so gestaltet sich ihm sein ganzes übriges Leben zu einem praktischen Kursus, der ihn nicht aus der Übung kommen läßt. Die schwere Schule des Lebens würde nicht für so viele eine allzuschwere sein, und es würden nicht gar so viele diese Prüfungen so schmählich bestehen, wenn sie nicht aller Vorkenntnisse bar diese Schule betreten müßten.

Endlich ist auch die kritische Aufgabe eines Leitfadens für die Lehrer bereits und sehr glücklich gelöst. Uns liegt Henri Marion's[1] vortreffliches Handbuch für Lehrerbildungsanstalten vor, das in vierund-

[1] Leçons de morale, Paris, Armand, Colin et Cie, troisième édition 1885.

dreißig Vorlesungen den schwierigen Stoff meisterhaft bewältigt. An die wichtigsten Daten der Psychologie, die selbstverständlich rein beschreibend dargelegt werden, lehnt sich naturgemäß die Moral, die Pflichten des einzelnen gegen sich selbst, seine Familie, seinen Nächsten, die Gesellschaft und den Staat in gemeinfaßlicher Weise entwickelnd und an der Hand der bedeutendsten Schriftsteller erläuternd. Wir leugnen nicht, daß eine strengere Kritik manches anders wünschen könnte und besonders der Deutsche gründlicher zu Werke ginge, ohne daß wir es darum für ausgemacht halten, daß in diesem Falle das Gründlichere auch das Praktischere sein müsse. Jedenfalls wird jeder, der an diese Arbeit sich machen wollte, eine so reichhaltige Vorarbeit dankbar begrüßen. Die letzte Vorlesung skizziert die Weise, in welcher der Unterricht in den untersten Schulen zu behandeln ist, und den Schluß bildet ein sehr praktisches Register, worin die philosophischen Ausdrücke bündig erklärt und von den im Buche genannten Autoren die wichtigsten Werke und biographischen Notizen angemerkt sind. Charakteristisch ist darin die hohe Würdigung Kant's, der in erkenntnistheoretischer Beziehung als der größte Denker, in praktischer als jedermann zugänglich bezeichnet wird — auf S. 380 wird er, was in einem französischen Werke eine große Seltenheit ist, betreffs der Weltentstehungstheorie neben Laplace genannt — und daß es, während Spinoza gar nicht erwähnt wird, von Renan einfach heißt: »Einer der berühmtesten lebenden französischen Gelehrten und Schriftsteller, geboren zu Trégnier in der Bretagne, Verfasser ausgezeichneter Arbeiten über die Entstehung der Sprachen, insbesondere der semitischen, und über die Entstehung des Christentums, Professor am College de France, Mitglied der Akademie etc.«

Diese Vorlesungen zerfallen in zwei nahezu gleich große Teile, von welchen der erste der theoretischen, der zweite der praktischen Moral gewidmet ist. Sehr bemerkenswert und nicht weniger beherzigenswert ist die Ausführlichkeit, mit welcher die Pflichten gegen den Staat behandelt werden, von welchen in unseren Schulen fast gar nicht oder so flüchtig die Rede ist, daß man davon nur als von einer harten Last Kenntnis erlangt oder damit gar erst dann bekannt wird, wenn man mit irgend einem Gesetz in Kollision gerät. Von besonderer Wichtigkeit für die vorliegende Darstellung ist die Behandlung der religiösen Frage in der vorletzten dieser Vorlesungen. Auch unserer Ansicht nach würde man, diesen Punkt mit Stillschweigen übergehend, der Phantasie des Kindes einen bedenklichen Spielraum freilassen. Es gibt nichts Bequemeres, aber zugleich Gefährlicheres als das vielgeübte, von der Sklavenzeit des Absolutismus überkommene: davon darf man nicht reden. Das religiöse Gefühl hat eine wundervolle Seite, für die das kindliche Gemüt besonders empfänglich ist und deren Kultivierung zur Bildung gehört. Unserer Ansicht nach ist es grundverfehlt, nach Art einer gewissen seichten Freigeisterei die Kinder ohne allen religiösen Unterricht aufwachsen zu lassen. Ein fanatischer Religionsunterricht, gegen den übrigens aufzutreten Sache des Staates ist, bildet allerdings das andere, ebenso böse Extrem. Allein ohne alle religiöse Entwickelung heranwachsend, läuft das Kind Gefahr, in späteren Jahren zwischen zwei verderbliche Klippen

zu geraten. Niemand kann vorauswissen, ob nicht einem Individuum ein vorherrschend religiöses Bedürfnis innewohnt, zu dessen wahrer Befriedigung — wie beim Gewissen — der Grund nur in der frühen Jugend gelegt werden kann. Fehlt diese Grundlage, so wird ein solches Individuum so lange von quälenden Zweifeln geängstigt, bis es an allem verzweifelt und schließlich dem krassesten Aberglauben anheimfällt. Mangelt es dagegen einem Individuum an allem metaphysischen Bedürfnis, so daß es später seiner Natur nach zum ewigklaren Born des eigentlichen Wissens hingedrängt wird, dann fallen die religiösen Vorstellungen, wenn anders kein fanatischer Geist sie verhärtet hat, wie Schuppen allmählich und schmerzlos von seinen Augen, als wenn sie nie dagewesen wären. Was unveräußerlich zurückbleibt, ist das klare Verständnis für das subjektive Moment des Glaubens, ohne das in einem der wichtigsten Punkte eine echte Toleranz undenkbar ist. Diese zweite Klippe ist die bedenklichere; denn während, an die andere geratend, der Unglückselige nur sich selbst schädigt, schädigt er hier in empfindlichster Weise seine Mitmenschen, weil es keine größere Barbarei gibt, als in dem sie zu kränken, das ihnen als das Heiligste gilt.

Toleranz ist der Leitstern, welcher bei der Abfassung dieser Vorlesung Henri Marion den sichern Weg gewiesen hat. Er unterscheidet zwischen den religiösen Pflichten, die auf Vorschriften beruhen, welche bei den verschiedenen Kirchen und selbst bei den christlichen Bekenntnissen verschieden sind und welchen alle nachzukommen haben, die in ihrem Glauben sich dadurch gebunden fühlen. Die Wahrhaftigkeit im Glauben, d. i. der aufrichtige Glaube ist dabei das Entscheidende. Die allgemeinen oder eigentlichen religiösen Pflichten sind dagegen bindend für jeden, dem der Gottesbegriff mit dem Begriff der Vollkommenheit, das religiöse Gefühl in seiner vollen Reinheit mit dem Moralgefühl identisch ist. Von diesem Standpunkt aufgefaßt, erscheinen alle menschlichen Pflichten als Pflichten gegen Gott, insofern ihm dienen seinen Willen erfüllen heißt und wir zwar seinen Willen nicht kennen, aber sein mutmaßlicher Wille für uns — hier stützt sich der Autor auf Leibniz — kein anderer sein kann als: daß die Vernunft sich erfülle, Gerechtigkeit walte und das Gute zum Durchbruch komme. Diese ideale Auffassung der Pflichten gegen Gott — setzt er hinzu — enthält keine neuen Vorschriften und fügt den bisher aufgezählten Pflichten nichts bei; sie ist nur eine konkretere Weise, sie zu betrachten, eine lebhaftere Form, sie zu empfinden. Das Charakteristikon des religiösen Gefühls verlegt Henri Marion nicht in die Vorzüglichkeit der Lebensführung, die ohne religiöses Gefühl dieselbe sein kann, sondern in die Unerschütterlichkeit des Vertrauens in den schließlichen Sieg des Guten. Darum erklärt er das Gebet, als die Sammlung und Erhebung des Herzens zum Vollendeten, und den Kultus, als die Vereinigung vieler zu feierlichem und festlichem Gebete, für ebenso ehrwürdig wie das religiöse Gefühl selbst. Mit vollem Recht legt er immer wieder den Accent auf die Wahrhaftigkeit der Gesinnung, die den kindischsten Kultus, sobald er seine Spitze nicht gegen Andersdenkende kehrt, in den Augen des unbefangenen Denkers zu einem erhabenen gestaltet, und bezeichnet

er daher die Heuchelei auf diesem Gebiete ganz richtig als die allerverächtlichste. Damit gewinnt er für die Toleranz den edelsten Standpunkt; denn das bloße Gesetz kann nur als Duldung ihre Übung sicherstellen. Erst eine geläuterte Moral vermag sie aufzufassen als liebevolles Entgegenkommen, das jedem sein bißchen Glück auf Erden gönnt und, sollte es auch vor dem Richterstuhl eines unerbittlich klaren Verstandes als auf einer Schwachheit beruhend sich erweisen, gerade dem Schwachen besonders herzlich die Hand reicht. Gegen eine solche Auffassung der Religion aufzutreten, wäre geradezu unphilosophisch; denn ein Lehrer, der diesen Standpunkt einnimmt, kann in das kindliche Gemüt nur den Grund legen zu einer dauernden, weil begriffenen und empfundenen Harmonie zwischen Kopf und Herz. Und nicht weniger wäre es unchristlich, einen solchen Unterricht in der Volksschule nicht zulassen zu wollen. Alle Gründe, welche die Kirche dagegen ins Feld führen könnte, würden auf ihre Herrschsucht sich zurückführen lassen.

Ein vollständiges Bild der Weise, in welcher Frankreich den Moralunterricht in den untersten Schulen erteilen läßt, können wir aber nur geben, wenn wir den gütigen Leser auch mit den Büchlein bekannt machen, die für die Schüler vorgeschrieben sind. Uns liegen deren zwei vor. Das eine, cours supérieur par Léopold Mabilleau betitelt, ist für die Normal- und höheren Schulen bestimmt und bildet eine höhere Unterweisung, die sich von selbst ergibt, ist einmal in der Volksschule der Grund gelegt. Auch würde uns seine Besprechung weit über die Grenzen, die wir uns hier gesteckt, hinausführen. Unser Fall ist: La première année d'instruction morale et civique etc. par Pierre Laloi[1], 14. Auflage, für die unterste Schule bestimmt und von der Stadt Paris für deren Kommunalschulen unentgeltlich herausgegeben. Um mit einem einzigen Satze unser Urteil über dieses Buch auszusprechen: unsere kühnsten Wünsche wären erfüllt, wenn bei uns ein solches Buch in den Volks-, Normal- und Bürgerschulen eingeführt und für die, welche es schon durchgemacht haben, zum Zwecke eines eindringlichen Wiederholungsunterrichtes fortbenutzt würde. Allerdings hätten wir uns nach den Ausführungen Henri Marion's dieses Büchlein in formaler Beziehung etwas weniger katechetisch vorgestellt: jedoch auf rein pädagogische Fragen können und wollen wir uns nicht näher einlassen. Dafür sprechen wir uns mit vollster Zuversicht dahin aus, daß Lehrer, welche den Schülern den Inhalt dieses Büchleins im Geiste Marion's beibrächten, Riesiges leisten würden. Käme es einmal dahin, daß die Kinder von Eltern, welche selbst schon diesen Unterricht genossen haben, in die Schule geschickt würden, so würde der Wert der Bevölkerung unseres Vaterlandes zu einer Höhe steigen, von der unsere heutigen Staatslenker keine Vorstellung haben.

Daß der bloße Religionsunterricht, besonders wie er in neuester Zeit erteilt wird, nicht ausreicht, um edle Menschen und tüchtige Staatsbürger heranzubilden, wenn nicht besonders glückliche Verhältnisse hinzutreten, ist leicht erklärlich. Sein Standpunkt ist der rein kirchliche,

[1] Armand, Colin et Cie. Paris 1885.

und damit ist alles gesagt. Er kennt nur Gebote und Verbote, die aus einer andern Welt kommen, in der uns die entsprechenden Belohnungen und Strafen erwarten. Es hängt daher das Nachhalten dieser Lehren ganz von der Kraft ab, mit welcher im Individuum der Glaube an die andere Welt fortlebt; für jene, in welchen dieser Glaube schwindet, sind sie ein verklingender Glockenton. Daß dieser Glaube im Sinken begriffen ist, daß längst schon die Gläubigen weit mehr Sinn für seine lichte denn für seine dunkle Seite haben, d. h. darum, weil sie am Himmel festhalten, noch lange nicht die ganze Hölle mit in den Kauf nehmen, mag die Kirche beklagen, aber leugnen kann sie es nicht, wie sie auch nicht leugnen kann, daß bei ihrer jetzigen Auffassung des Christentums die Hölle die wichtigere Rolle spielt. Der Heiland sprach freilich fast nur von der Barmherzigkeit des Allvaters, und das Fortwirken des Geistes, in welchem er lehrte, ist es vielleicht, was in den Gläubigen das Gefühl erzeugt, einem richtigen Instinkt zu folgen, wenn sie die Hölle nicht gar zu ernst nehmen. Allein die moralische Veredelung, die der Heiland verbreitete, um die Menschen der ewigen Liebe zuzuführen, wird von der Kirche vernachlässigt, wenn nicht gar als rein weltliche Moral verpönt. Das Resultat ist eine Menschheit, die aus Furcht vor Strafen, an die sie kaum mehr glaubt, auf den Weg der Tugend gebracht werden soll. Im günstigsten Falle sind Furcht und Hoffnung die ausschlaggebenden Motive und ist das Thun des Guten um des Guten willen, das einen idealen Begriff der Menschenwürde voraussetzt, zu einem Streben herabgesunken, das als phantastisch belächelt wird. Dazu kommt die falsche Stellung der Kirche zum Staate, den sie mehr oder weniger als ihren Feind betrachtet, an dessen Erstarkung sie kein Interesse hat. Viele werden hier auf den ersten Blick meinen, daß wir mit diesem Wort der Kirche Unrecht thun. Wir geben ihr aber vielmehr Recht: der Staat ist ihr Feind, seit sie ihr Reich zu einem Reiche dieser Erde gemacht, und er hat ihr Feind zu sein in allem, was diese ihre Stellung zu befestigen geeignet ist. Hat auch ein Staat nicht das klare Bewußtsein dieser seiner Pflicht und noch weniger den Mut, offen dafür einzutreten, so treibt ihn der einfache Selbsterhaltungstrieb dahin, wo sich eben die Gelegenheit darbietet, wenigstens indirekt im Sinne seiner Kräftigung zu wirken. Die Kirche wird immer nur, insoweit es sein muß, den Staat gelten lassen, — und ausschließlich ihr überläßt bei uns der Staat die moralische Heranbildung seiner Bürger!

Sehen wir nun, wie Frankreich und ohne alle Kollision mit der Kirche für diese Heranbildung sorgt. Da lernt das Kind von der untersten Schule an, daß es eine Menschenwürde gibt, auf die Verhältnisse dieser Welt so fest begründet, daß nur ein Wahnsinniger ihre Berechtigung anzweifeln könnte; daß diese Menschenwürde hochzuhalten die Bedingung ist, ohne welche keiner die Achtung seiner Mitmenschen ansprechen darf; daß der Staat nur Bürger brauchen kann, deren Leitstern diese Würde ist, weil auf ihr die freie Achtung vor dem Gesetz beruht. Um uns ganz auf die Höhe des Standpunktes zu versetzen, den dieser Unterricht einnimmt, brauchen wir nur Eine Stelle aus diesem Büchlein zu citieren, aus welchem in Frankreich jedes Schulkind geprüft

wird. Da heißt es S. 145: »Einstens sagte man: Noblesse oblige. Das bedeutete: ein Adeliger hat sich besser zu betragen als ein anderer, um würdig zu bleiben seines Adels. Jetzt heißt's: Liberté oblige; welches bedeutet: daß ein freier Bürger besser sich zu betragen hat als ein anderer, um würdig zu sein seiner Freiheit.« — Das ist ein sittliches Motiv, rein aus der menschlichen Entwickelung hervorgewachsen und in seiner Wirksamkeit nicht abhängig von unerweislichen Annahmen. Man wende nicht ein, die Republik erleichtere Frankreich die Lösung dieser Aufgabe. Die Republik hat es schwerer, weil sie noch immer von mächtigen Gegnern in ihrer Existenz bedroht ist. Der Fortschritt ist überall derselbe und für eine konstitutionelle Monarchie ist seine Verwirklichung nur dann schwieriger, wenn sie mit einem Scheinkonstitutionalismus sich begnügt. Es ist der Fluch der Lüge, aus einer verderblichen Halbheit nie herauszukommen; und die monarchisch-konstitutionellen Staatsmänner, die das Prinzip, welchem sie dienen, in ihrem Herzen verachten und als ein aufgedrungenes Übel behandeln, sind die wirksamsten Vorkämpfer der republikanischen Idee. Die volle Entfaltung der Sittlichkeit ist nur in einem freien Staate möglich, insofern sie selbst auf Freiheit beruht. Es kann aber auch nur der freie Staat die freiwillige Unterwerfung unter seine Gesetze fordern, weil er dafür seine Bürger mit Rechten ausstattet, die sie mit Stolz erfüllen. Der freie Staat ist ein sittlicher Staat; und will er es sein und bleiben, dann ist es das erste, mit aller Halbheit zu brechen.

Der in Rede stehende Moralunterricht beginnt mit einer Kennzeichnung der Verhältnisse, in welchen sich das Kind befindet, sei es noch im Schoß der Familie oder schon irgendwo in der Lehre, und in der Schule. Dann wird der Wert des Familienlebens, der Lehrzeit und der Schule klar gelegt sowie das, was Einer seinen Eltern und Verwandten, seinen Lehrern, dem Meister, wenn er in der Lehre ist, und dem Dienstgeber, wenn er dient, vor allem schuldig ist. Jeder Abschnitt wird durch eine unten fortlaufende, der kindlichen Fassungskraft angemessene, aber sie entwickelnde Erzählung dem Herzen nahe gebracht, und dies immer mit Geschmack und anregender Lebendigkeit. Ganz unten sind die Fragen angebracht, durch die der Lehrer sich zu überzeugen hat, ob das Kind richtig verstanden, und den Schluß bildet jedesmal eine Zusammenfassung, die auswendig zu lernen ist, mit Angabe der Stellen, die der Lehrer abschreiben zu lassen hat, damit sie dem Gedächtnis leichter sich einprägen. Gegen das Auswendiglernen, wenn es über das Unerläßlichste sich erstreckt, wendet sich Henri Marion mit vollem Recht; denn eine auswendig gelernte Moral ist gar keine Moral: bei dieser handelt sich's am allerwenigsten um die Aneignung von Kenntnissen oder gar nur von Ausdrücken, insofern es bei ihr nur auf die Bildung des Gemütes und Festigung des Charakters ankommt. Gehen nicht ihre Lehren in uns ein, daß sie zu unserm Fleisch und Blut werden, so sind sie uns von keinem Nutzen. Die Kunst des Lehrers besteht darin, dem Denken und Fühlen des Kindes eine solche Richtung zu geben, daß seine Lehren der Entwickelung des Kindes entsprechen und ihm zur zweiten Natur werden, indem allmählich seine Natur sich

veredelt. Einprägen, einkerben sagt nicht nur zu wenig; es drückt das, was hier not thut, gar nicht aus. Selbst Aneignung ist nicht das richtige Wort, wenn man es nur so versteht, daß die Moral für das Kind gewonnen wird: Das Kind hat für die Moral gewonnen zu werden; dann erst hat das Kind gelernt fürs Leben.

Der zweite Abschnitt unseres Büchleins ist der Moral im engsten Sinn gewidmet und behandelt in einer lichtvollen Gegenüberstellung der guten und bösen Eigenschaften die Pflichten des Menschen gegen sich selbst und seine Mitmenschen. Hierauf befassen sich eigene Abschnitte mit der Gesellschaft, dem Handwerk, dem Verhältnis zwischen Arbeitnehmer und Arbeitgeber, dem Landmann, dem Kaufmann, dem Beamten, dem Familienhaupt, wobei immer der Gang beobachtet wird, den wir beim ersten Abschnitt skizziert haben. Dem Titel des Büchleins entsprechend folgen dann noch vier sehr beherzigenswerte Abschnitte über die bürgerlichen Rechte, den Staat, die öffentliche Verwaltung und die Rechte und Pflichten der Staatsbürger. Es gab eine Zeit, in welcher es ein staatsmännischer Standpunkt war, eine derartige Unterweisung des Volkes für überflüssig zu halten, weil sie im günstigsten Fall nur den Wunsch nach einer Reform erwecken konnte, die dem Volke nicht bloß Pflichten, sondern auch Rechte zugewendet hätte. Es war die politische Zeit, deren Ideal der beschränkte Unterthanenverstand war. Heute, d. h. in einem Staate, der den Anspruch erheben will, ein Rechtsstaat zu sein, mag ein überbürdeter Staatsmann im Drang der Geschäfte nicht auf den Gedanken kommen, einen derartigen Unterricht allgemein einzuführen. Sollte ihm aber dieser Gedanke nahegelegt werden und er nicht auf den ersten Blick seine ganze Wichtigkeit erkennen, dann nehmen wir keinen Anstand, vor aller Welt ihm jeden echten staatsmännischen Sinn abzusprechen. Allerdings schweben uns da Staatseinrichtungen vor, auf die Regierte und Regierende gleich stolz sein können; aber nur solche Staatseinrichtungen sind der neuen Zeit und ihren unabweisbaren Anforderungen gewachsen, und für ihre Verwirklichung zu sorgen, ist heute die erste Pflicht jeder Gesetzgebung. Wahrhaft herzerhebend ist es, zu sehen, wie ausführlich das uns vorliegende Büchlein diesen Gegenstand bespricht, im klaren Bewußtsein, durch nichts den Patriotismus des Franzosen lebendiger fördern zu können. Es gibt keinen unglückseligeren Irrtum, als der da meint, in unserer kritischen Zeit den Patriotismus als bloße Gefühlssache behandeln zu dürfen. Die Leichtigkeit des modernen Verkehrs hat die fernsten Staaten näher gerückt; über den Begriff eines menschenwürdigen Daseins, den man in der guten alten Zeit, die nur gut war für die bevorzugten Stände, kaum dem Namen nach kannte, schwirren jetzt sehr faßliche Vorstellungen in der Luft, die bis in die entlegensten Thäler dringen. Selbst der reinste angestammte Patriotismus erlahmt, wenn er sich nicht gegründet fühlt auf befriedigende Staatseinrichtungen.

Einen Unterricht, wie er uns da vorliegt, kann die Kirche beim besten Willen nicht erteilen; denn er ist ganz auf das weltliche Wohl gerichtet. Wie viel Sinn sie als ecclesia militans für Kriegführung auch haben mag: von ihrem heiligen Standpunkt aus vermag sie nicht den

Enthusiasmus zu wecken, der hier dem künftigen Soldaten die Verteidigung seines freien Vaterlandes in hinreißender Weise zur Pflicht macht. Gegen die Gefahren des Kommunismus, der teilweise auf ihren eigenen Grundlagen beruht, hat die Kirche keine Waffen und kann nie mit der Entschiedenheit, mit der es hier (S. 42) geschieht, rundweg erklären: auf die Klagen über die ungleiche Verteilung der Glücksgüter sei die einzig richtige Antwort, daß diese Ungleichheit unvermeidlich ist, weil durch eine jedesmalige Verteilung des Erwerbs die wahre Arbeitslust ertötet würde — nous n'aurions plus le coeur à la besogne — und jeder nur mehr trachten würde, sich vor dem Hungertod zu schützen. Jedem, der dazu das Zeug in sich trägt, soll jede Bahn zum Glück offen stehen. Ohne diesen Sporn kein Fortschritt. Allerdings muß man den Fortschritt wollen. Will ihn aber die Kirche, und wenn sie ihn will, will sie ihn nach unserer Richtung? Hier lesen wir wörtlich und durch Erklärung der Staatseinrichtungen in einer Weise begründet, die jedem Kinde einleuchtet: »daß den Staat bestehlen eine ebenso schlechte Handlung ist als das Bestehlen einer Privatperson«. S. 31. Bei dem Moralunterricht, der z. B. in Österreichs Volksschulen erteilt wird — wir sagen es ungescheut rund heraus — wächst der Mann mit der Ansicht heran, die Gemeinde oder den Staat zu verkürzen sei zwar strafbar, aber durchaus keine entehrende Handlung. Dieser Eine Fall kennzeichnet vollständig die Moralisten, welche einen vom weltlichen Standpunkt aus zu erteilenden Moralunterricht, der in der Volksschule beginnt, leidenschaftlich perhorreszieren. Dieser Fall weist aber auch wie kaum ein anderer auf den Unterschied hin, der zwischen Moral und Sittlichkeit besteht, und auf die Schwankungen, deren die Moral fähig ist, wenn sie nicht festhält an den allgemeinen, nach Zeit und Ort nicht variierenden Grundsätzen der Sittlichkeit.

Doch darauf lassen wir uns hier nicht näher ein und verbleiben auf dem Standpunkt des eigentlichen praktischen Moralisten, den wir bei diesem Essay von Anfang an eingenommen haben. Es ist uns sogar besonders wertvoll, durch ein rückhaltloses Einnehmen dieses Standpunktes den thatsächlichen Beweis zu führen, daß die von uns vertretene Ethik neben ihrem theoretischen Wert eine ganz praktische Seite hat. Es ist dies gegeben mit ihrem obersten Grundsatz, den Menschen zu nehmen, wie er ist und sein kann. Darum nimmt sie auch die Moral, wie sie ist und eben nur sein kann. Am allerwenigsten könnten wir daran denken, das Kind anders zu nehmen, als wie es ist, und mit Begriffen ihm zu kommen, welchen seine Verstandeskräfte noch nicht gewachsen sind. Und wie wir vom Handbuch für den Lehrer gesagt haben, daß der psychologische und überhaupt der prinzipielle Teil nur beschreibender Art sein darf — diese Forderung hat in einem Buche, das uns im Moment nicht zur Hand ist, schon vor Jahren und mit vollem Recht Anton von Leclair betreffs der Lehrbücher für Psychologie an Gymnasien gestellt, wo gegenwärtig Fragen, die für die strenge Wissenschaft noch in der Schwebe sind, nach einem bestimmten Autor als längst endgültig gelöst behandelt werden, was kein Anleiten, sondern ein Irreleiten ist: — so hat noch viel weniger der kindliche Verstand etwas zu schaffen

mit der Natur des Bewußtseins, der Determiniertheit des Willens und der wissenschaftlichen Begründung der Ethik. So wenig als Psychologie kann man in der Volksschule Ethik lehren; aber eine Moral hat dort gelehrt zu werden, die der Natur des Menschen nicht widerspricht und dem Kinde den Weg weist, auf welchem die menschliche Natur sich veredelt. Das Kind braucht nur zu wissen, daß sein Wille sein Wille ist und daß es alles, was es mit bewußtem Willen thut, zu verantworten hat, will es anders in der menschlichen Gesellschaft den Platz eines selbständigen Wesens einnehmen. Treue und Wahrhaftigkeit haben ihm als die wesentlichsten Charaktereigenschaften zu gelten. Der Sinn für alles Gute, Schöne und Große hat in ihm geweckt und nach Möglichkeit gepflegt zu werden. Dann wird bei ihm das Gefühl der Verpflichtung so lebhaft sich einstellen, daß Anerkennung und Lohn sein Herz mit Freude erfüllen werden, aber als eine natürliche Folge, nicht als vorbedachter Beweggrund seiner Handlungsweise.

Das Büchlein, von dem wir uns endlich trennen müssen, bringt nicht nur überall, wo von rechtlichen Bestimmungen die Rede ist, auch den Wortlaut des betreffenden Gesetzes: es schließt mit höchst praktischen erklärenden Verzeichnissen über die gebrauchten gemeinrechtlichen und technischen Ausdrücke, so daß es für jeden, der es später nicht über den Landmann oder Handwerker bringt, ein nützliches Nachschlagebuch bleibt. Es liegt uns ferne, behaupten zu wollen, daß durch einen Moralunterricht, wie er in diesen Blättern angedeutet ist, bequem zu regierende Staatsbürger herangezogen werden, denn ihre Achtung vor dem Gesetz ist eine selbstbewußte: dafür sind es Staatsbürger, die für das Vaterland, das sie lieben und achten, mit der unbeugsamen Kraft echter Intelligenz eintreten werden. Frankreich ist es mit der Hebung der Schule voller Ernst. Als diese Parole ausgegeben wurde, fing sie Feuer, daß man hätte denken können, es leuchte da ein ewiges Licht. Allein an vielen Orten scheint bereits dieses Licht verglimmen zu wollen. Hat man nur an die Hebung der Kriegstüchtigkeit gedacht und die erlittenen Niederlagen schon vergessen? Oder scheut man zurück vor der Erfahrung, daß eine gesteigerte Intelligenz nicht nur der Kriegstüchtigkeit, sondern der Tüchtigkeit des Volkes überhaupt zu gute kommt? Ein Staat, der nicht unerschütterlich an der achtjährigen Schulpflicht festhält, d. h. nicht alles aufbietet, um den allgemeinen Unterricht bis zum vollendeten vierzehnten Jahr erteilen zu lassen, der fordert vom Volke nur, daß es lesen, schreiben, rechnen und für die Not etwas beten könne. Ist dies der ganze Zweck der Volksschule, dann ist in bezug auf sie die höhere Entwickelung des Gehirns, die erst mit dem zwölften Jahre beginnt, gleichgültig und darf es niemand Wunder nehmen, wenn der Gedanke auftaucht, die einzige Bildungsstätte der Volksmassen wieder der Kirche zu überantworten, wie es in der guten alten Zeit war. Dann aber wäre an einen Moralunterricht, wie wir ihn zu schildern versucht haben, nicht mehr zu denken: die Schüler wären ihm nicht gewachsen und noch weniger die Lehrer. Sollen wir zum Schluß auf die Dankbarkeit aufmerksam machen, die der Staat von Seite des Volkes zu gewärtigen hätte, das — es ist nicht mehr das Volk der guten alten Zeit

und der Fortschritt der übrigen Welt blieb ihm nicht unbekannt — früher oder später zur Erkenntnis kommen müßte, zwar zur alten Schule zurückgekehrt, aber bei den neuen Kosten geblieben und in eine Hilflosigkeit geraten zu sein, die den Anforderungen der Neuzeit zum Spott wird? Um dies klar zu machen, bedarf es keiner Abhandlung über Moralunterricht, und um diesen allein war es uns hier zu thun. Die eigentliche Pflanzschule der Moral ist die Familie mit der sieghaften Macht des lebendigen Beispiels. Zu einer solchen Familie gelangen wir aber nur, wenn den Eltern selbst Gelegenheit geboten worden ist, echte Moralbegriffe sich anzueignen. Und der einzige Weg dazu ist die Einführung eines staatlichen Moralunterrichts in der Volksschule.

Mikromechanische Skizzen.

Von

K. Fuchs (Oedenburg).

(Mit 13 Holzschnitten.)

(Fortsetzung.)

3.

Die Art, wie viele niedere Tiere die Nahrung aufnehmen, weicht sehr von den Freßmethoden höherer Tiere ab. Jene haben nämlich keinen Mund und können an jeder beliebigen Stelle des Körpers Nahrung aufnehmen. Wenn irgend ein kleiner Körper die Oberfläche des Tieres berührt, scheint dieses zu erkennen, ob jener Nährstoffe enthält oder nicht. In ersterem beginnt die Tiersubstanz die Beute zu umfließen, wobei dieselbe oft ziemlich tief ins Innere des Tieres gerät. Wenn die Nährstoffe endlich extrahiert sind, werden die Reste wieder ausgestoßen. Der Vorgang macht den Eindruck eines Willensaktes und wird darum auch mit dem Namen des Fressens bezeichnet. Es soll nun im folgenden gezeigt werden, daß man diesen Vorgang auch als einen rein mechanischen auffassen kann, der theoretisch auch durch tote Materie ausgeführt werden könnte. Die Fundamentalhypothese, auf die wir uns stützen wollen, ist nichts weniger als kühn. Sie lautet: die Adhäsion zwischen der Körpersubstanz des Tieres und seiner Beute wächst mit dem Hunger der ersteren und der Nahrhaftigkeit des letzteren, und sie ließe sich der Hauptsache nach durch die Formel

$$A = H . N$$

ausdrücken, d. h. die Adhäsion (A) ist einerseits dem Hungergrade der Körpersubstanz (H), anderseits der Nahrhaftigkeit der Beute (N) pro-

portional. Konform dieser Formel wollen wir auch voraussetzen, daß die Adhäsion selbst bei großer Nahrhaftigkeit der Beute verschwindet, sobald das Protoplasma gesättigt ist, also $H = o$ wird, und daß sie ebenso, trotz hochgradigen Hungerzustandes der Körpersubstanz verschwindet, sobald die Beute völlig unnahrhaft, also $N = o$ ist. Was aber der Ausdruck »hungriges Körperprotoplasma« bedeuten soll, das ist wohl klar.

In den vorigen Abschnitten haben wir Spannungserscheinungen behandelt, wie sie sich ergeben, wenn flüssige Körper mit flüssigen in Berührung sind; in unserem Falle aber berührt das als Flüssigkeit angenommene Protoplasma eine Beute, die wir als festen Körper annehmen wollen, und für diesen Fall haben auffallenderweise unsere oben gefundenen Gesetze nicht so ohne weiteres Geltung. Wir wollen die erforderlichen neuen Gesetze ableiten.

Wir müssen eine Bemerkung über den Begriff der gewonnenen und verlorenen Arbeit voraussenden. Wenn wir ein Gewicht von 1, 2, 3 . . . n kg dem Zuge der Erde folgen und 1 m tief sinken lassen, dann können wir sagen, daß eine Arbeit von 1, 2, 3 . . . n »Meterkilogramm« geleistet oder gewonnen worden ist. Werden aber ebenso viele Kilogramm dem Zuge der Schwere entgegen 1 m hoch gehoben, dann können wir sagen, daß eine Arbeit von ebenso viel Meterkilogrammen verbraucht oder verloren worden ist. Wenn nun von den beiden Eimern eines Ziehbrunnens der eine 10, der andere 12 kg schwer ist, und der erstere wird um 1 m gesenkt (der zweite also um 1 m gehoben), dann wird durch die erstere Senkung eine Arbeit von 10 mkg gewonnen, durch letztere Hebung aber eine Arbeit von 12 mkg verloren, in Summa also eine Arbeit von 2 mkg verloren, weil 10 gewonnene und 10 verlorene Meterkilogramme gleichbedeutend sind mit gar keiner Arbeit. Est ist klar, daß der Brunnen, sich selbst überlassen, keineswegs die soeben besprochene, sondern gerade die entgegengesetzte Bewegung ausführen wird, d. h. der schwerere Eimer wird sich senken, und in diesem Falle werden nun 2 mkg mehr gewonnen als verloren. — Mit diesem Beispiele wollte ich nur den allgemeinen Satz illustrieren, daß alle Körper in der Natur sich ohne Ausnahme so bewegen, daß hierdurch mehr Arbeit gewonnen als verloren wird, und die betreffenden Bewegungen werden mit um so mehr Energie ausgeführt, je größer der erzielte Arbeitsgewinn ist. Auch der Strick unseres Ziehbrunnens ist ja um so schwerer festzuhalten, je größer das Übergewicht des schwereren Eimers ist. Hiermit ist also noch nichts neues gesagt.

Wir müssen auch noch einige Sätze, die wir in früheren Abschnitten entwickelt haben, zusammenfassen. Wir haben gesehen, daß die Moleküle im Innern einer Flüssigkeit alle gesättigt, diejenigen der Oberflächenhaut aber alle ungesättigt sind; daß Arbeit angewendet werden muß oder daß Arbeit verbraucht wird, wenn man gesättigten Molekülen einen Teil ihrer Ladung entreißen und sie in ungesättigte verwandeln will; daß also Arbeit verbraucht wird, wenn wir die Oberfläche einer Flüssigkeit um 1 cm^2 vergrößern oder, mit andern Worten, auf irgend eine Weise 1 cm^2 Oberflächenhaut neu bilden wollen; daß diese Arbeit 2, 3, 4 . . . n-mal größer ist, wenn die Kraft, mit der jedes Molekül seine Ladung anzieht und festhält, also die Molekularattraktion, 2, 3, 4 . . . $n$mal größer

ist; und wenn nun die Intensität der Molekularattraktion, gegen die wir zu kämpfen haben, durch α angezeigt wird, dann wollen wir die Arbeit, die bei der Bildung von 1 cm^2 Oberfläche derselben Flüssigkeit verbraucht wird, durch a bezeichnen. Hier wollen wir den ersten neueren Gedanken anknüpfen. Wenn wir eine gewisse Arbeit verbrauchen, indem wir den vollen Eimer aus der Tiefe unseres Brunnens bis an den Rand heben, dann wird genau dieselbe Arbeit wieder gewonnen, wenn wir unseren vollen Eimer vom Brunnenrande wieder in die Tiefe sinken lassen. Es ist ein allgemeines Gesetz der Physik, daß wir die Arbeit, die wir bei irgend einer Handlung im Kampfe gegen eine Kraft verbraucht haben, genau zurückerhalten, wenn dieselbe Handlung in entgegengesetztem Sinne, d. h. dem Zuge der früher bekämpften Kraft folgend ausgeführt wird. Auf unsere Flüssigkeit angewendet heißt dies aber nichts anderes, als daß genau die Arbeit a gewonnen wird, wenn die Oberfläche um 1 cm^2 verkleinert wird (wenn also die Moleküle eines cm^2 Oberflächen-Flüssigkeit gesättigt werden).

Mit diesen scheinbar geringfügigen Entwickelungen haben wir den Boden für eine wichtige Folgerung gewonnen. B sei ein fester Körper, mit dem eine Flüssigkeit A längs der Fläche $m\,n$ in Kontakt sich befindet. Die Kraft, mit der die Moleküle von A einander anziehen, also die Kohäsion von A sei α; die Kraft, mit der die Moleküle von A und B einander anziehen, also die Adhäsion, sei γ. Welche Arbeiten werden nun geleistet, wenn A auf B zerfließt, dergestalt, daß ein neuer Quadratcentimeter Kontaktfläche $n\,n'$ gebildet wird? Vor allem hat A ein cm^2 Oberfläche gewonnen. In diesem cm^2 liegen jedoch zwei verschiedene Arbeiten versteckt. Wenn wir von der Adhäsion momentan ganz absehen und sie als nicht vorhanden betrachten, dann ist durch die Bildung des Quadratcentimeters Oberfläche die Arbeit a verloren worden, was wir so ausdrücken können, daß wir $-a$ (= minus a) schreiben. Dieser Quadratcentimeter Oberfläche ist indes sofort wieder gesättigt worden, und zwar durch B, mit dem der cm^2 in Kontakt ist, gerade so wie in Fig. 8 die Moleküle III und IV in den über $o\,o'$ hinausragenden Teilen ihrer Sphären durch B gesättigt sind. Da aber die Kraft, mit der unsere Flüssigkeit A die Moleküle des festen Körpers B anzieht, nicht α, sondern γ ist, so wird durch die Sättigung unseres cm^2 durch B nicht die Arbeit $+a$, sondern die Arbeit $+c$ geleistet. (Wenn zufällig $\gamma = \alpha$ wäre, dann wäre allerdings unser cm^2 durch Moleküle gesättigt worden, die er genau so stark anzieht, wie die Moleküle von A, die ihm durch die Oberflächenbildung soeben entrissen worden sind, und dann wäre allerdings auch $c = a$, d. h. die Sättigung des cm^2 durch B brächte dieselbe Arbeit wieder, die durch die Bildung des cm^2 verloren gegangen ist, d. h. die Bildung unseres cm^2 wäre mit gar keiner Arbeit verbunden.) — Es ist indes noch eine dritte Arbeit erfolgt. Ein cm^2

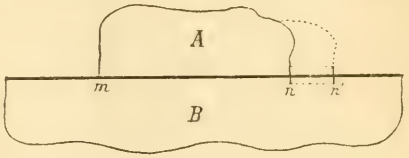


Fig. 11.

von B ist nämlich eben durch den neugebildeten cm^2 des A, der ihm aufliegt, gesättigt worden, und da die Anziehung, welche B auf die Moleküle des A ausübt, gleich γ ist, so wird dadurch die Arbeit $= c$ geleistet. Die drei gelegentlich der Bildung eines cm^2 Kontaktfläche verrichteten Arbeiten sind also:

1) Ein cm^2 auf A ist neu gebildet worden; die verlorene Arbeit ist $= -a$.

2) Dieser neu gebildete cm^2 auf A ist sofort durch B gesättigt worden; da die Anziehung, die A auf die sättigenden Moleküle des B ausübt, $= \gamma$ ist, so ist die hierdurch gewonnene Arbeit $= +c$.

3) Der neu gebildete cm^2 des A sättigt selber den unter ihm liegenden cm^2 des B; da auch hier die Kraft, mit der die Moleküle des B diejenigen des A anziehen, $= \gamma$ ist, so ist auch hier die gewonnene Arbeit $= +c$.

Die Arbeit a', welche durch die Neubildung von 1 cm^2 Kontaktfläche geleistet wird, ist also

$$a' = 2c - a.$$

Vielleicht wird das Verständnis dieser Entwickelung erleichtert, wenn man sich die Sache so vorstellt, daß der neue cm^2 des A zuerst außer Berührung mit B, also wirklich als ganz freie Oberfläche gebildet wird; das liefert also unzweifelhaft den Arbeitsverbrauch $= -a$. Wenn wir uns dann denken, daß dieser neue cm^2 des A auf B aufgelegt wird, dann ist es ebenso evident, daß sowohl der cm^2 auf A, als auch der cm^2 des B, auf welchen der erstere aufzuliegen kommt, gesättigt werden, daß also wirklich nicht e i n, sondern z w e i cm^2 freier Oberfläche verschwinden (es ist dies das Seitenstück zu der im ersten Abschnitt behandelten Erscheinung, daß durch einen Riß von 1 cm^2 eigentlich 2 cm^2 freie Fläche gebildet und also nicht die Arbeit a, sondern $2a$ geleistet worden ist); und da die Sättigung auf Grund der Kraft γ erfolgt, so gibt dies die gewonnene Arbeit $+2c$. Auch auf diese Weise finden wir für die effektive Arbeit a' den Wert $a' = 2c - a$.

Gehen wir nun an die Deutung dieses Ausdruckes. Wenn in unserem obigen Ziehbrunnen beide Eimer gleich schwer sind, dann wird durch das Heben des einen genau so viel Arbeit verloren, als durch das Sinken des andern gewonnen wird; die effektive Arbeit ist dann gleich Null. Der Brunnen bewegt sich aber dann auch nicht, und die Physik lehrt, daß eine Bewegung, bei der keine effektive Arbeit gewonnen wird, von selbst auch nicht erfolgt. Wann ist nun beim Auseinanderfließen unserer Flüssigkeit A die effektive Arbeit gleich Null? Offenbar wenn c nur die Hälfte von a ist (oder, da die Sättigungs- und Entsättigungsarbeiten den Kräften proportional sind, wenn die Adhäsion halb so stark ist als die Kohäsion), dann ist $2c - a = o$. Wenn also die Adhäsion gleich der Hälfte der Kohäsion ist, dann zeigt die Kontakthaut des A keine Tendenz sich auszudehnen oder zusammenzuziehen, weil in keinem Falle effektive Arbeit gewonnen würde. — Was geschieht aber, wenn die Adhäsion größer oder kleiner ist als die halbe Kohäsion? Wenn sie größer ist, dann wird auch $2c$ größer als a, d. h. die gewonnene Arbeit ist größer als die verlorene; durch die Ausbreitung von A über B wird also effektiv

Arbeit gewonnen, und zwar um so mehr, je größer γ ist, d. h. die Kontakthaut des A zeigt um so kräftigere Expansionstendenz, je größer die Adhäsion ist, gleich wie der Ziehbrunnen mit um so mehr Kraft sich bewegt, je größer das Übergewicht ist. — Wenn hingegen die Adhäsion kleiner ist als die halbe Kohäsion, dann ist auch $2c$ kleiner als a; dann ist a' negativ, d. h. durch Auseinanderfließen des A auf B wird negative Arbeit geleistet, d. h. es wird effektiv Arbeit verloren. Das hat aber nach früheren Entwickelungen zur Folge, daß umgekehrt durch Kontraktion der Kontakthaut Arbeit gewonnen würde. Die Kontakthaut zeigt dann also Kontraktionstendenz, die um so energischer ist, je kleiner die Adhäsion ist. Sobald die Adhäsion gleich Null ist, ist auch $c = a$ und $a' = -a$.

Das Resultat unserer etwas langen Entwickelung kulminiert also in dem Satze:

Die Kontakthaut an einer festen Wand ist indifferent, wenn die Adhäsion die Hälfte der Kohäsion der Flüssigkeit ist. Ist die Adhäsion größer, so zeigt die Kontakthaut Expansionstendenz; ist sie kleiner, so zeigt die Kontakthaut Kontraktionstendenz.

Der Satz weicht auffallend von dem Gesetze für einander berührende Flüssigkeiten ab. Denn dort finden wir die Kontaktschicht indifferent, wenn (in beiden Flüssigkeiten gleiche Kohäsion vorausgesetzt) die Adhäsion der Kohäsion gleich ist; bei fester Wand braucht sie aber nur halb so groß zu sein. Diese Abweichung erschien auch dem Verfasser anfangs höchst befremdend, bis er sich durch Ableitung des Gesetzes nach mehreren völlig verschiedenen Methoden, die genau dasselbe Resultat lieferten, überzeugte, daß es doch wohl richtig ist.

Nun wollen wir auf das Fressen der Urtiere übergehen. T stellt ein Tier vor, dessen Körper eine annähernd homogene protoplasmatische Substanz sein soll. In dasselbe soll aus irgend einer Ursache eine Diatomee D ziemlich tief eingedrungen sein. Das Tier sei ziemlich hungrig, die Diatomee ziemlich nahrhaft, so daß die Adhäsion zwischen beiden die Hälfte der Kohäsion der Körpersubstanz des T beträgt. Dann ist die freie Oberfläche von T offenbar $a\,d\,e\,e'\,d'\,a'$, und diese hat eine Spannung t, die der Kohäsion ι des T proportional ist; mit dieser Spannung trachtet sich die Oberfläche zu kontrahieren. Die Kontaktfläche ist ebenso offenbar $a\,p\,p'\,a'$, und diese hat, obigen Wert der Adhäsion vorausgesetzt, gar keine Spannung; sie trachtet sich also weder zusammenzuziehen noch auszudehnen. Die Folge ist, daß gar nichts weiter geschieht; die Diatomee bleibt ruhig in T stecken. Nun lassen wir aber erstere nahrhafter sein, als wir bisher vorausgesetzt haben, die Adhäsion also größer sein als die halbe Kohäsion. Dann tritt sofort in der Kontakthaut Ex-

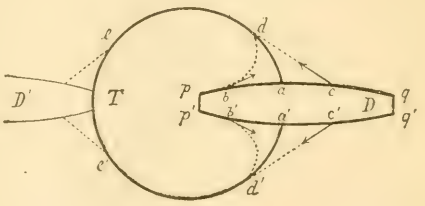


Fig. 12.

pansionstendenz auf, die um so größer ist, je größer die Adhäsion ist; die Kontakthaut kriecht daher längs der Diatomee immer weiter nach außen, etwa bis c und c', trotzdem daß die auf diese Weise hinausgezogene freie Oberfläche $d\,c$ und $d'\,c'$ einen immer spitzeren Winkel mit der Diatomeenwand bildet und darum mit einer immer wachsenden Komponente ihrer Spannung den an der Diatomee haftenden Rand c und c' und mit ihm zugleich die Diatomee selber in das Innere des Tieres hineinzieht. Da dieser zentripetale Zug der freien Haut immer größer wird, in je spitzerem Winkel die Haut herausgeschoben wird, so wird endlich der Zug stark genug sein, trotz der Zähigkeit des Protoplasmas die Beute in das Innere hineinzupressen. Es ist klar, daß dergestalt die Expansionstendenz der Kontakthaut zu einem völligen Umfließen der Beute führen muß. Ebenso klar ist es aber, daß dieses Umfließen der Beute beginnen muß, wenn die Diatomee auch keineswegs noch in das Tier eingedrungen ist, sondern dasselbe auch nur ganz äußerlich berührt, wie dies etwa D' thut, da ja auch die kleinste Kontaktfläche bereits Expansions- also Umfließungstendenz zeigt.

Kehren wir nun zum Ausgangspunkte, d. h. zur indifferenten Kontaktfläche $a\,p\,p'\,a'$ zurück. Die Nährstoffe sollen allmählich aus D extrahiert und T gesättigt, die Adhäsion also immer geringer werden. Dann wird nach unserem obigen Gesetze in der Kontakthaut Kontraktionstendenz eintreten; sie zieht sich immer energischer zusammen und zieht dadurch die freie Haut bis b und b', vielleicht noch weiter nach innen, trotzdem daß dieselbe ihrer Spannung zufolge den adhärierenden Rand b und b' und mit ihm die ganze Diatomee in dem Maße mit einer immer wachsenden Komponente nach außen zieht, als der Einstülpungswinkel (den $d\,b$ und $d'\,b'$ miteinander machen) immer spitzer wird. Endlich wird dieser zentrifugale Zug, den die eingezogene gespannte freie Haut ausübt, groß genug sein, die Diatomee, mag das Protoplasma auch recht zäh sein, dennoch auszustoßen, etwa wie ein Mann, der in einem Springtuche liegt, aus demselben gehoben wird, wenn das Tuch gespannt wird. Die unnahrhaften Reste, das Gehäuse der Diatomee wird also ausgestoßen. Dieses Ausstoßen beginnt aber, wenn auch nur die kleinste Spitze der verschlungenen Diatomee aus dem Körper herausragt, weil dann infolge der Kontraktionstendenz der Kontakthaut dieselbe immer weiter und weiter an derselben herunterfließt, bis sie fast bloß gelegt erscheint, wie D, und ausgestoßen wird.

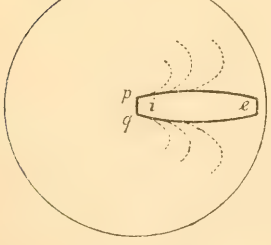


Fig. 13.

Wir sehen, daß das Ausstoßen des leeren Gehäuses durch Kontraktion der Kontakthaut und dadurch veranlaßtes Einziehen der gespannten Oberflächenhaut nur dann erfolgen kann, wenn wenigstens eine Spitze der Beute aus dem Protoplasma herausragt. Wie kann aber eine einmal völlig umflossene Beute später soweit herausgedrängt werden, daß sie herausragt? Eine Hypothese läßt sich leicht angeben, wenn es auch natürlich fraglich ist, ob sie die

rechte ist. Es ist nämlich wahrscheinlich, daß das innere Ende i der Beute, das zuerst eingedrungen ist, auch am vollständigsten ausgesaugt wird; ferner ist es wahrscheinlich, daß die inneren Partien des Tieres, die dem Magen entsprechen, wenigstens gelegentlich besser genährt sind als die äußeren. Dann wird die Adhäsion um i auch geringer werden als um e; die Kontakthaut um i wird folglich stärkere Kontraktionstendenz zeigen als die um e; sie wird folglich, indem sie sich vermöge ihrer größeren Spannung auf Kosten der um e liegenden Kontakthaut thatsächlich kontrahiert, im Protoplasma Verzerrungen verursachen, wie sie durch punktierte Linien angedeutet sind; die dadurch eingeleiteten sekundären Spannungen haben aber offenbar eine Resultante, welche die Diatomee nach außen drängt, gleich wie eine Bleistiftspitze, die in Gummi elasticum eingedrückt ist, durch die hierbei verursachten Spannungen ausgeworfen wird. Sobald aber die Beute nur so weit nach außen geschoben ist, daß eine Spitze heraustritt, beginnt das normale Ausstoßen durch Oberflächenspannung.

4.

Wenn man die Bewegungsorgane überblickt, deren die Organismen sich bedienen, so erstaunt man über die Wunderbarkeit der Mittel, deren sich die Natur zur Erreichung ihrer Zwecke bedient. Noch weit mehr staunt man aber, wenn man sieht, daß ein Lebewesen seinen Ort ändert, und doch an demselben auch nicht eine Spur eines Bewegungsorganes entdeckt werden kann. Vielleicht die bekanntesten derartigen Ortswechsel sind das Kriechen der Plasmodien der Myxomyceten und das Schwimmen der Diatomeen. Die Plasmodien sind schleimige kleine Massen, die auf feuchten, wohl in Zersetzung begriffenen Pflanzenstoffen leben. »Die Substanz des Plasmodiums, im Inneren körnig und wasserreich, außen durch eine homogene Hautschicht begrenzt, ändert fortwährend ihre Form; es entstehen an verschiedenen Stellen Ausstülpungen, die sich gewissermaßen fließend und kriechend fortbewegen, sich verzweigen, untereinander anastomisieren, während von hinten her die Substanz nachfließt und auf diese Weise ein Fortkriechen des ganzen Systemes ermöglicht« (Sachs). Im Inneren zeigt das Plasmodium sogenannte strömende Bewegung. Die Diatomeen sind im allgemeinen zahnpulverschachtelähnliche Organismen, die sich bald vorwärts, bald rückwärts, zumeist aber mit einem der Enden voraus, durchs Wasser dahinbewegen. Die Theorie der Molekularkräfte nimmt diesen Erscheinungen den Schein des Wunderbaren und liefert einfache Erklärungen derselben. Freilich bleibt es dahingestellt, ob diese Erklärungen auch die richtigen sind.

Beginnen wir mit dem Kriechen der Plasmodien. Stellen wir folgende Hypothesen auf. Die Adhäsion des Protoplasmas an der Holzfaser des Nährbodens sei gering. Der Nährboden sei aber mit Nährstoffen durchtränkt, und diese seien es, die eine um so energischere Adhäsion des Plasmodiums am Nährboden verursachen, je reichlicher sie vorhanden sind. Die Adhäsion soll unser obiges Gesetz $A = NH$ befolgen, d. h. sie soll einerseits dem Hungerzustande des Protoplasmas, anderseits dem

Nährstoffgehalte des Nährbodens proportional sein. Wenn das Plasmodium längere Zeit auf einer Stelle des Nährbodens liegt, dann wird es aus seiner oberflächlichsten Schicht die Nährstoffe auslaugen, aufsaugen. Es werden zwar aus der Tiefe immer neue Stoffe empor diffundieren, aber immer langsamer, bis der Boden bis auf ziemliche Tiefe ziemlich nährstofffrei geworden ist. Mit der Auslaugung verhält es sich hier etwa wie mit dem Auskühlen eines warmen Körpers. Die oberste Schicht verliert sehr schnell ihre Wärme an die Umgebung; wohl strömt aus der Tiefe immer neue Wärme zu; diese Zufuhr wird aber immer spärlicher, bis der Körper bis auf ziemliche Tiefe ziemlich stark abgekühlt, also wärmearm geworden ist. Betrachten wir nun ein Molekül *m* der Protoplasmapartie *P*, welche dem Nährboden *N* aufliegt. Die Punktierung deutet den Gehalt des Nährbodens an Nährstoffen an und läßt erkennen, daß der Gehalt nach rechts zu stetig ab-, nach links zu stetig zunimmt. Der Kreis um *m* gibt an, bis in welche Entfernung die Anziehungskraft des *m* reicht; sie reicht also ziemlich tief in den Nährboden hinab. (Allerdings ist in der Praxis das Maß, nach dem diese Tiefe beurteilt werden muß, vielleicht ein kleiner Teil eines Tausendstel-Millimeters.)

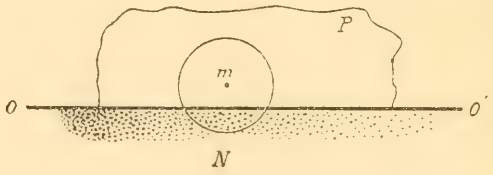


Fig. 14.

Nun zeigt aber die Zeichnung klar, daß in dem Teile des Bodens, der in die Attraktionssphäre fällt, die linke Hälfte weit reicher an Nährstoffen ist als die rechte Hälfte. Da aber jedes Nährstoffmolekül auf *m* anziehend wirkt, so sind somit die Züge nach links weit zahlreicher als die nach rechts; mit anderen Worten, *m* wird nach links stärker als nach rechts gezogen. Dasselbe gilt aber für alle Moleküle des Plasmodiums, deren Attraktionssphäre in den Nährboden reicht, also für die ganze Kontakthaut des Plasmodiums. Wenn aber sämtliche Moleküle stärker nach links als nach rechts gezogen werden, dann ist es natürlich, daß die ganze Kontaktschicht nach links fließt und das ganze Plasmodium mit sich schleppt. — Es läßt sich nun leicht zeigen, daß dieser einseitige Zug nicht vorübergehend, sondern konstant wirkt. Durch die Verschiebung nach links kommt nämlich der linke Rand des Plasmodiums wieder auf frischen, gesättigten Nährboden; während der Verschiebung wird der Nährboden langsam ausgelaugt; der rechte Rand kommt also immer auf entsättigten, nahrungslosen Boden, weil der Nährgehalt durch die Partien, die früher darüber geglitten sind, aufgesaugt worden ist. Immer ist also links gesättigter, rechts steriler Boden, immer ist also der Zug nach links vorwiegend, und die treibende Kraft dauert so lange, als links noch eine Fortsetzung an gesättigtem

Boden folgt und als das Plasmodium im Hungerzustand ist. Sobald das Plasmodium gesättigt ist, hört allerdings das Kriechen auf, weil dann der Nährstoff, mag er wie immer verteilt sein, überhaupt nicht mehr angezogen wird, die Bewegungsursache also wegfällt.

Es wäre übereilt, wenn man aus dieser Theorie folgern wollte, daß das Plasmodium nur geradlinig fortkriechen kann. Dies wäre nur in dem Falle zutreffend, wenn der Nährboden vollkommen gleichmäßig mit Nährstoff durchtränkt wäre. Die Theorie sagt nur, daß die Sohle des Plasmodiums an jeder Stelle in der Richtung fließen wird, die sie auf gesättigteren Boden führt. Wenn also die Sohle größer ist, kann jeder Teil derselben in anderer Richtung fließen, und dies kann einerseits in einem Zerfließen des Randes nach verschiedenen Seiten führen (wenn nämlich der Boden, auf dem das Plasmodium momentan liegt, sehr stark ausgelaugt ist), anderseits kann es zu einem konzentrischen Gegeneinanderfließen mehrerer Plasmodien nach einer besonders nährstoffreichen Partie des Bodens führen. — Obwohl aus unserer Theorie sich a priori mancherlei Konsequenzen ableiten lassen, die durch die Beobachtung verifiziert werden, glaube ich doch von weiterem Eingehen in die Details absehen zu dürfen.

Die Beobachtung zeigt, daß das Protoplasma im Inneren des Plasmodiums nicht ruht, sondern Strömungen zeigt, etwa wie das Meer Wasserströme zwischen Wasserufern in einem Wasserbette zeigt. Dieselben wollen wir aber später behandeln, und das Schwimmen der Diatomeen betrachten.

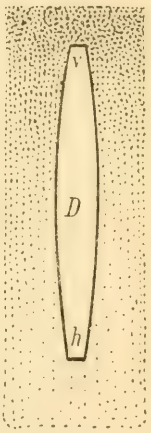


Fig. 15.

Der Gedankengang ist dem beim Plasmodium befolgten sehr ähnlich. Die Zeichnung zeigt eine Diatomee D, die dem Wasser, in dem sie sich befindet, Sauerstoff oder sonst einen in demselben gelösten, gebundenen oder suspendierten Stoff entnimmt, und die das Wasser nur so lange und in dem Maße anzieht, als es derlei Substanzen enthält. Ebenso mag das obige Gesetz $A = NH$ gelten, wobei N (Nährgehalt) sich offenbar auf das Wasser bezieht. Aus irgend einer Ursache sei das Wasser um das vordere Ende v reicher (an Nährstoffen) als das um das hintere Ende h, der Hungergrad aber auf der ganzen Diatomeenoberfläche derselbe. Betrachten wir nun die Beziehungen eines Oberflächenmoleküles m (Fig. 16). In den Bereich seiner Attraktion fällt ein Kugelabschnitt ungleichmäßig reichen Wassers. Die vordere Hälfte des Kugelabschnittes (derselbe ist der Übersichtlichkeit wegen durch einen Radius in eine vordere und eine hintere Hälfte geteilt) ist reicher und zieht daher unser Molekül m in der Richtung nach vorne und links, wie dies der vordere Pfeil andeutet, stärker an, als die hintere Hälfte unser Molekül nach hinten und links zieht. Worauf es uns ankommt, ist der Umstand, daß m speziell nach vorne stärker gezogen wird als nach hinten, daß es also effektiv nach vorne gezogen wird. Da dies aber für alle Oberflächenmoleküle der Diatomee gilt, so resultiert hieraus eine in gewissem Sinne bedeutende Kraft, welche die Diatomee nach

vorne treibt, und das war es ja, was wir gesucht haben. — Betrachten wir auch noch die Wirkung des Moleküles m auf das Wasser. Die vordere Hälfte wird durch m nach rechts und hinten, die hintere nach rechts und vorne gezogen; nur ist der erstere Zug stärker, weil die vordere Hälfte reicher ist. Daraus folgt aber, daß das Wasser effektiv nach hinten gezogen wird. (Die Züge, die das Wasser nach rechts, und diejenigen, welche die Diatomee nach links erleidet, heben sich gegenseitig auf.) Es wird also gleichzeitig das Wasser nach hinten, die Diatomee sich nach vorne bewegen, etwa wie ein Ruderboot nach vorne fährt, während das von den Rudern getroffene Wasser nach hinten strömt.

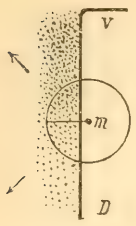


Fig. 16.

Die Bewegung der Diatomee dauert offenbar nur so lange, als das Wasser vorne reicher ist als hinten. Da aber diese Steigerung des Nährgehaltes ihre Grenze bald erreichen und die Diatomee bald im reichsten Wasser sich befinden muß, das überhaupt vorhanden ist, so scheint unsere Theorie nur sehr kurze Wege erklären zu können. Dies ändert sich, wenn wir voraussetzen, daß das Wasser, während es längs der Seiten der Diatomee hinfließt, seinen Nährgehalt allmählich an dieselbe abgibt. Denn dann ist das Wasser, mag es vorne noch so arm gewesen sein, hinten gewiß noch ärmer. Eine Steigerung des Nährgehaltes im Wasser wird also überflüssig; es kann die Diatomee sogar in immer ärmeres Wasser gelangen und doch wird das hintere Ende immer in noch ärmerem Wasser sein als das vordere. Die Bewegungsursache bleibt also ebenso konstant und ziemlich unabhängig von der Verteilung des Nährstoffes im Medium, wie wir dies beim Plasmodium gesehen haben. Die Bewegung hört erst dann auf, wenn die Diatomee gesättigt ist.

Weitere Einzelheiten der Bewegung der Diatomee wollen wir auch hier beiseite lassen, obwohl sie unschwer abzuleiten wären.

Es ist leicht, eine Reihe Thatsachen anzuführen, welche, wie es scheint, sich durch unser soeben entwickeltes Theorem erklären lassen. Es kommt vor, daß das Protoplasma, das sich in gewissen Zellen zu einem Ballen zusammengezogen hat, sobald die Zelle in irgend einer Weise sich öffnet, aus derselben ausschlüpft, ohne daß wir eine treibende Kraft entdecken könnten. Die Erscheinung wird aber verständlich, wenn wir voraussetzen, daß das Protoplasma das in der Zelle befindliche Wasser nur schwach, das äußere Wasser jedoch stark anzieht. Damit will ich keineswegs sagen, daß die Anziehungskraft des Protoplasmas durch die Zellenwand hindurch bis in das äußere Wasser reicht; ist ja doch die Wirkungsweite der Molekularkräfte eine überaus geringe; die starke Anziehung macht sich aber geltend, sobald äußeres Wasser mit dem Protoplasma in Berührung kommt. Sobald aber die Zelle sich öffnet, mischt sich in der That in der Gegend der Öffnung das äußere und das innere Wasser durch Diffusion, die der Öffnung zugekehrte Seite des Protoplasmas befindet sich in »reicherem«, d. h. stärker angezogenem Wasser; es wird also das Protoplasma dem reicheren Wasser ebenso entgegen sich bewegen wie die Diatomee, und wir brauchen hierbei nicht

einmal eine Nahrungsaufnahme anzunehmen, da es sich ja nur um eine sehr kurze Strecke handelt. — Auch daß kleine Körperchen einem bestimmten Ziele, einer Mikropyle etc. zuschwimmen, läßt sich mittels unseres Theorems erklären, wenn wir voraussetzen, daß das betreffende Ziel eine den Riechstoffen und Schmeckstoffen analoge, d. h. bei sehr geringer Masse sehr stark wirkende Substanz dem Wasser übergibt, deren Konzentration dann natürlich gleich dem Geruche mit der Entfernung vom Ursprunge abnimmt. Dann haben wir auch eine Steigerung des Reichtums gegen das Ziel zu, und somit ist die Grundbedingung unseres Theorems erfüllt. — In den Pflanzenzellen wandert der Kern. Dieses Wandern wird sofort der Bewegung der Diatomeen (die Richtigkeit unserer Erklärung vorausgesetzt) analog, wenn wir voraussetzen, daß der Zellkern im Protoplasma eine Umwandlung verursacht, indem er ihm entweder einen Stoff entzieht, oder ihm einen Stoff bietet, oder durch Berührung eine chemische Umsetzung verursacht, und das modifizierte Protoplasma schwächer anzieht als das unmodifizierte.

Wir wollen nunmehr die Strömungen des Protoplasmas behandeln. In beiden bisher besprochenen Erscheinungstypen, nämlich beim Kriechen der Plasmodien und beim Schwimmen der Diatomeen, war die hypothetische Ursache der Bewegung dieselbe: ein Molekül des einen Körpers wirkt anziehend in den anderen Körper hinüber. Auf der einen Seite findet er aber einen Stoff, den er stärker anzieht als den auf der andern Seite befindlichen, und daraus resultiert ein einseitiger effektiver Zug, der nun als Bewegungsursache wirkt. Derselbe Grundgedanke liefert uns eine mögliche Erklärung einer häufigen und wichtigen Erscheinung, die man das Anströmen einer Flüssigkeit an eine Wand nennen könnte. Man bemerkt nämlich, daß das Protoplasma sowohl bei Plasmodien als auch im Inneren von Zellen gegen eine Wand (bei Plasmodien ist es der Nährboden, in Zellen die Zellwand oder der Zellkern) anströmt und dort allseitig oder mehrseitig, zumeist aber vielleicht einseitig abfließt, um an anderen Stellen oder an einer anderen Stelle von der Wand wieder abzuströmen. Die Hypothese, die wir zur Erklärung dieser Erscheinung aufstellen, besteht darin, daß das anströmende Protoplasma eine Beschaffenheit hat, in welcher es von der Wand stark angezogen wird und welche wir den »pathischen Zustand« nennen wollen. Man kann darunter den Hungerzustand denken. Durch die Berührung mit der Wand wird es allmählich in einen Zustand versetzt, in dem es immer schwächer angezogen wird und den wir den »apathischen Zustand« nennen können. Man kann darunter den Zustand der Gesättigtheit denken. Die Umwandlung kann beispielsweise darin bestehen, daß das Protoplasma an die Wand Kohlensäure abgibt, oder daß es umgekehrt Sauerstoff oder aber einen Nährstoff aufnimmt: kurz, man

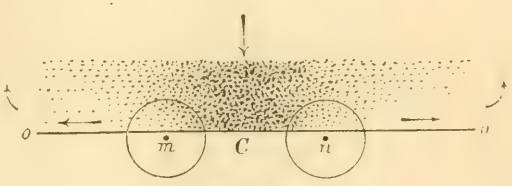


Fig. 17.

kann den ablaufenden Prozeß als einen Atmungs- oder Ernährungsprozeß auffassen. Es soll nun das Protoplasma an einer Stelle C der Wand aus irgend einer Ursache pathischer sein als in der Umgebung. Betrachten wir dann die Beziehungen der Moleküle der Wand, die in der Umgebung dieser Stelle liegen. Zwei derselben, m und n sind gezeichnet. Diese wie alle anderen enthalten dann in ihrer Attraktionssphäre auf der C zugewendeten Seite pathischeres Protoplasma, als auf der von C abgewandten Seite. Jene Seite wird dann offenbar durch das Molekül stärker von C abgezogen, als die andere Seite dem C zugezogen wird. Es resultiert also bei m, bei n und überhaupt bei jedem Moleküle der Wand ein Kraftüberschuß, der das Protoplasma von C ab, also zentrifugal bewegt, und diese Kraft ist offenbar um so größer, je pathischer die Moleküle der Wand selber sind (unsere Grundformel lautet nämlich allgemein $A = P_p P_w$, wobei P_p das Pathos des Protoplasmas, P_w das Pathos der Wandmoleküle bedeutet). Diese Kraft setzt folglich mit Überwindung des Reibungswiderstandes das Protoplasma in zentrifugalen Fluß. Nun rückt aber bei C von oben her, wie der Pfeil andeutet, fortwährend pathisches Protoplasma nach, während das abfließende Protoplasma, während es längs der Wand gleitet, apathisiert wird. Die Sättigung der Wandmoleküle bleibt daher immerfort asymmetrisch, die Bewegungsursache bleibt immerfort bestehen und die Strömung dauert so lange, als überhaupt noch pathisches Protoplasma zuströmt und die Wand pathisch bleibt.

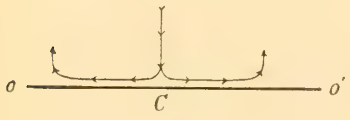


Fig. 18.

Diese Theorie des Anströmens führt leicht zu einer Theorie der Zirkulation des Protoplasmas vom Kern an die Wand und zurück von der Wand zum Kern. Wir können beispielsweise die Annahme machen (andere Annahmen würden den Zweck ebensogut erfüllen), daß der Kern

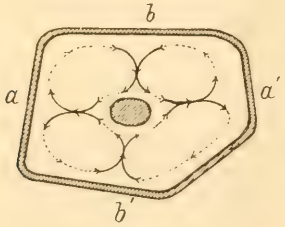


Fig. 19.

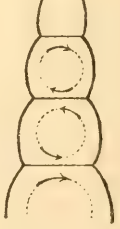


Fig. 20.

kräftig Sauerstoff aus seiner Umgebung anzieht und denselben nicht in sich aufstaut, sondern bei irgend welchen chemischen Umsetzungen verbraucht. Die Wand aber soll aus irgend welcher Quelle Sauerstoff aufnehmen, ohne ihn eben fest gebunden zu halten, während endlich das Protoplasma den Sauerstoff wohl so stark anzieht, daß es denselben der

Wand entreißt, ihn aber nicht stark genug bindet, daß ihn der Kern nicht weiter an sich reißen könnte. Dann wird das O-arme Protoplasma etwa bei a und a' an die Wand anströmen, sich an ihr mit O beladen und seitlich abfließen, während etwa in den Strömen b und b' das O-reiche Protoplasma an den Kern anströmt, an denselben sein O abgibt und als O-armes Protoplasma wieder bei a und a' an die O-reiche Wand anströmt. Das Protoplasma erscheint bei dieser Auffassungsweise dem Blute der Tiere analog als Transportmittel für O. — Das Protoplasma kann aber ebensogut in einer Zellenreihe unabhängig vom Kern den Transport irgend eines Stoffes von einer Scheidewand zur anderen vermitteln, wie die Skizze andeutet. — Wie kräftig dieses Anströmen sein und welche großen Dimensionen die Zirkulation der Flüssigkeit annehmen kann, das zeigt uns ein ureinfaches Experiment, welches wahrscheinlich in unserem Theoreme seine Erklärung findet. Wenn man in eine Untertasse einige Fingerhüte Öl gießt und auf den Spiegel desselben einen Tropfen Spiritus bringt, dann erkennt man fast augenblicklich an den im Öle suspendierten kleinen Teilchen und Bläschen, daß das Öl bei C rasch an den Spiritus anströmt und an dessen Unterseite mit erstaunlicher Energie radial abströmt, wie es die Pfeile andeuten. Wenn man umgekehrt in einem Uhrglase einen Tropfen Öl nimmt, den einige Tropfen Spiritus umfließen, dann erfolgt die Zirkulation des Öles in umgekehrter Richtung. Wahrscheinlich enthält das Öl Stoffe, die vom Spiritus kräftig angezogen werden und die der Spiritus in der Berührungsschicht an sich zieht. Für eine derartige chemische Aktion spricht der Umstand, daß nach dem ziemlich schnell erfolgenden Verdampfen des Spiritus auf dem Öle ein äußerst dünnes Häutchen zurückbleibt, das man entfernen muß, wenn der Versuch mit einem zweiten Spiritustropfen gut gelingen soll.

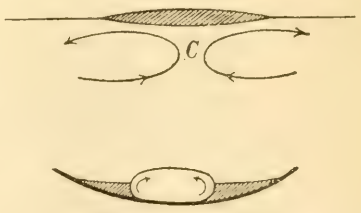


Fig. 21.

Wir wollen nun einige spezielle Umstände betrachten, die sich auf die Strömungen beziehen.

Fig. 17 zeigt, daß die bewegende Kraft bei den Strömungen die Anziehung ist, die ein pathisches Massenteilchen des Bodens auf das Protoplasma ausübt. Pathischer Boden war aber für uns gleichbedeutend mit sauerstoffreichem Boden. Nun deutet aber die Punktierung der Wand in Fig. 22 an, daß die Wand W rechts weit O-reicher ist als links; die Strömung nach rechts wird also auch viel energischer sein als die nach links, was dadurch angedeutet ist, daß der nach rechts abzweigende Strom des anströmenden Fadens a weit kräftiger gezeichnet ist als der nach links fließende. Der linke Strom wird wahrscheinlich bald ganz aufhören, da der Strom daselbst der Wand allmählich auch ihr weniges O entzieht, wodurch die Bewegungsursache in Wegfall kommt, der linke Stromzweig also stille steht. Es läßt sich nun zeigen, daß die Anströmungsstelle des Fadens a sich nach rechts, also gegen den reicheren Boden verschieben wird. Direkt bewegt wird nämlich nur die äußerst

dünne Berührungsschicht über dem reichen rechten Boden (wenn wir den linken Boden als sterilisiert ansehen). Da aber das Protoplasma zähe ist, so wird alles Protoplasma der Umgebung nach rechts mitgerissen, also auch der anströmende Faden. Die gegenwärtige Anströmungsstelle C wird sehr bald auch sterilisiert sein, weil sie mit dem hungrigsten, nämlich mit dem direkt anströmenden Protoplasma in Berührung kommt. C wird also bald apathisch sein und das Anströmen erfolgt nun weiter rechts. — Man könnte auch folgendermaßen schließen. Der Faden a zieht infolge der Zähigkeit des Protoplasmas auch das benachbarte Protoplasma b und b' mit sich nach unten; doch kann b nicht die Wand erreichen, weil das bei C angezogene Protoplasma a unter ihm hin nach

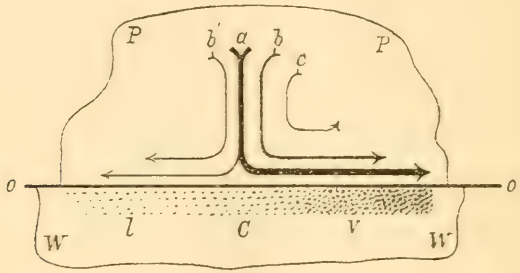


Fig. 22.

rechts strömt und ihm somit den Weg abschneidet. Sobald aber C apathisch wird, hört dieses Unterlaufen durch a auf und b wird zum anströmenden Faden. Wir können also sagen: Der anströmende Strom fließt vorwiegend in der Richtung des reichsten Bodens ab; in derselben Richtung verschiebt sich stetig die Anströmungsstelle; die verlassenen Anströmungsstellen sind sterilisiert. (Die Anströmungsstellen wandern also ähnlich wie die Plasmodien.)

Ein zweiter Umstand ist folgender. Bei Besprechung der Diatomeenbewegung haben wir gesehen, daß nicht nur das Wasser gegen die Diatomee, sondern auch die Diatomee gegen das Wasser gezogen und bewegt wird. Wäre also die letztere an einen dünnen Faden gebunden, so würde dieser Faden gespannt. Es läßt sich zeigen, daß auch bei einer ebenen Wand nicht nur der anströmende Faden mit Kraft gegen die Wand, sondern auch umgekehrt die Wand dem Faden entgegen gezogen wird, dergestalt daß die Wand, wenn sie nicht fest wäre, gegen das Protoplasma vordringen würde, als würde sie mit einem Faden hineingezogen. Zwischen dem anströmenden Protoplasma und der Wand besteht nämlich kräftige Anziehung von dem Augenblicke an, wo ersteres in den Attraktionsbereich der letzteren eintritt. Diese Anziehung wäre nach außen völlig wirkungslos, wenn das Protoplasma sich einfach an die anziehende Wand anstemmte, etwa wie auch ein Magnet und ein an demselben haftendes Eisenstück eine völlig neutrale, unwirksame,

nicht spannende oder bewegende Verbindung geben. Nun kommt aber das Protoplasma nie dazu, sich gegen die Wand zu stemmen, da die unmittelbar an der Wand ansteigenden Protoplasmamassen beständig durch die Strömung seitlich herausgerissen werden, derart, daß das zuströmende Protoplasma und die Wand einander etwa so anziehen, als wäre Luft zwischen ihnen. Daraus folgt aber, daß die Wand einen unneutralisierten, also arbeitsfähigen Zug dem Protoplasma entgegen erleidet. Eine Anwendung findet dieser Satz bei den Strömen, die an den Kern in einer Zelle anströmen. Der anströmende Strom wird keineswegs, wie man erwarten sollte, den Kern vor sich her treiben. Der Kern wird im Gegenteil wie mit einem Seile dem Strome entgegengezogen. Kurzweg können wir also sagen: Der Anstrom und die Wand wirken gegenseitig ansaugend aufeinander. — Von dieser ansaugenden Kraft des anströmenden Fadens kann man sich übrigens direkt durch das Experiment überzeugen. In obigem Versuche wird nämlich der Spiritustropfen nachweislich (wenn auch nicht für jedermanns Auge sofort erkennbar) verhältnismäßig ziemlich tief in den Öltropfen hineingesaugt.

Der dritte Umstand, der erwähnt werden soll, ist der, daß die Strömungen nur dann erfolgen, wenn das Protoplasma mit einer gewissen mittleren Geschwindigkeit den Nährstoff aus dem Boden aufzunehmen vermag. Erfolgt nämlich die Aufnahme und Ausbreitung des Nährstoffes im Protoplasma durch Diffusion zu schnell, dann ist, ehe die Strömung noch begonnen hat, alles Protoplasma, das in den Bereich der Attraktion des Bodens fällt, bereits gesättigt; damit fällt aber offenbar die Bewegungsursache weg. Wenn umgekehrt die Aufnahme und Diffusion des Nährstoffes sehr langsam erfolgt, dann sind die resultierenden Bewegungen auch sehr langsam, d. h. die Strömung gelangt abermals nicht zur Entwickelung.

Die Entwickelungen, die wir soeben abgebrochen haben, sehen so einfach, so harmlos aus, daß man vermuten könnte, daß es in der ganzen

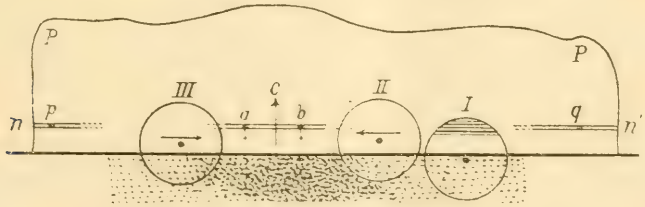


Fig. 23.

Mechanik kein Gebiet gebe, das so offen daliegt und so leicht überblickt werden kann. In Wirklichkeit verhält es sich indes ganz anders. Wie unendlich vorsichtig man bei der Behandlung hierherbezüglicher Fragen sein muß, will ich an einem der allereinfachsten Fälle zeigen. Nach Darlegung der Sachlage werde ich drei ganz und gar verschiedene, sozusagen entgegengesetzte Antworten geben, und jede einzelne wird auf das erste Lesen wohl den meisten Lesern unzweifelhaft richtig erscheinen.

Ich will dieses Kabinetstück logischer Verfänglichkeit keineswegs zur Erheiterung des Lesers, sondern zu meiner eigenen Sicherheit vorlegen, damit man nicht durch unglückliche Anwendung der von mir angewendeten Grundsätze unbewußt auf falsche Konsequenzen stoße und dann mich beschuldige, falsche Grundsätze ausgesprochen zu haben. Der Fall ist folgender. Auf einem Nährboden liegt vollkommen homogenes, d. h. überall vollkommen gleich hungriges Protoplasma auf, von dem ein Stück P gezeichnet ist. Der Nährboden enthält aber nicht überall, sondern, wie die Punktierung andeutet, nur über eine gewisse Strecke hin Nährstoff, und auch diesen in ungleichmäßiger Verteilung, dergestalt daß der Nährstoff vom Rande der nährstoffhaltigen Scheibe nach dem Zentrum zu immer reichlicher vorhanden ist und im Zentrum am konzentriertesten sich findet. Ein Übergang des Nährstoffes aus dem Nährboden in das Protoplasma soll nicht stattfinden, und wo der Boden keinen Nährstoff enthält, soll das Protoplasma an ihm auch gar nicht adhärieren. Es ist die Frage, wie sich nun das Protoplasma bewegen wird.

Erste Antwort: das Protoplasma wird längs des Bodens aus der Peripherie konzentrisch dem Zentrum zufließen und das dort bereits vorhandene Protoplasma als aufsteigenden Strom in der Richtung des Pfeiles c senkrecht nach oben drängen. — Beweis: Betrachten wir das Protoplasmamolekül II. Seine als Kreis gezeichnete Kraftsphäre greift mit einem Kugelabschnitt in den Nährboden über. Die linke Hälfte dieses Kugelabschnittes enthält aber, wie die Punktierung andeutet, mehr Nährmoleküle als die rechte Hälfte. Der Zug, den das als Punkt gezeichnete Molekül II durch die in seinen Attraktionsbereich fallenden Nährmoleküle nach links erleidet, ist also größer als der Zug, den es nach rechts erleidet. Infolge dieser Ungleichheit der Kräfte wird II also effektiv nach links, d. h. gegen das Zentrum getrieben, wie dies auch der Pfeil andeutet. — Ganz derselbe Gedankengang führt uns aber dahin, daß auch das Protoplasmamolekül III effektiv dem Konzentrationszentrum zugetrieben wird. Wenn aber dergestalt von allen Seiten das Protoplasma nach dem Konzentrationszentrum gedrängt wird, dann muß das dort vorhandene Protoplasma weichen, und zwar auf dem einzig freien Wege nach oben. Da aber trotz dieser Verschiebung die Kraftverhältnisse immer dieselben bleiben, so muß diese Strömung ewig dauern, und wir haben ein theoretisches — Perpetuum mobile.

Zweite Antwort. Das Protoplasma wird gerade die entgegengesetzte Bewegung zeigen, nämlich bei c der Richtung des Pfeiles entgegen senkrecht nach unten an der Wand anströmen und sich auf dem Boden hinfließend zentrifugal ausbreiten. — Beweis: Betrachten wir das Nährmolekül I des Bodens, in dessen Attraktionssphäre in der oberen Hälfte auch Protoplasma fällt. Dasselbe können wir uns in horizontale Lamellen zerlegt denken, deren einige auch gezeichnet sind. Da jede Lamelle aus durchwegs homogenem Protoplasma besteht und senkrecht über dem Moleküle I liegt, so wird offenbar jede einzelne Lamelle durch I senkrecht nach unten gezogen. Wie I, so wirkt aber auch jedes andere Nährmolekül auf das über ihm befindliche Protoplasma senkrecht nach unten ziehend. Denken wir uns nun das ganze Protoplasma P wenigstens in

der Nähe des Bodens in Lamellen zerteilt, deren eine, nämlich $n\,n'$, wenigstens teilweise gezeichnet ist. Der Teil der Lamelle, der über dem reichen Boden liegt, wird folglich durch jedes einzelne Nährmolekül senkrecht nach unten gezogen, wie die kleinen Pfeile an den Molekülen a und b andeuten, am allerstärksten natürlich der zentrale Teil, weil unter ihm die meisten anziehenden Nährmoleküle liegen. Anders verhält es sich mit den Teilen der Lamelle, die nicht über Nährmolekülen liegen, wie bei p und q; denn diese werden gar nicht nach unten gezogen. Wenn aber jede Lamelle über dem Nährboden das unter ihr befindliche Protoplasma drückt, so wird dieses dasselbe thun wie ein Teig, auf den man ein schweres Brett gelegt hat: es wird nach allen Seiten kräftig auseinanderzufließen trachten, also Expansionstendenz zeigen. Da nun dieser Druck, und folglich auch diese Expansionstendenz sich nur über dem reichen Boden zeigt, während sie außerhalb desselben, wie bei p und q, wegfallen, so kann sich das komprimierte Protoplasma ungehindert zentrifugal ausbreiten, was natürlich zur Folge hat, daß von oben immer neues Protoplasma nachrückt; und das ist es ja, was wir beweisen wollten. Da aber durch diese Strömung in den Kraftverhältnissen keinerlei Änderung eintritt, so ist es offenbar, daß sie ohne Ende fortdauern muß, und wir haben abermals — ein Perpetuum mobile.

Dritte Antwort. Wenn man in die Attraktionssphäre des Nährmoleküles I ein Protoplasmamolekül bis auf eine beliebige Tiefe einführt, also dem Moleküle, d. i. der Kraftquelle nähert, so wird hierdurch Arbeit gewonnen, gleichwie Arbeit gewonnen wird, wenn das Gewicht einer Uhr sich senkt, also dem Zentrum der Erde als dem Kraftzentrum sich nähert. Wenn man dann das Protoplasmamolekül wieder aus der Wirkungssphäre herauszieht, dann wird genau dieselbe Arbeit, die man gewonnen hat, wieder verloren, gleichwie die gewonnene Arbeit wieder verloren wird, wenn man das Uhrgewicht wieder aufzieht. Dasselbe gilt aber für jedes einzelne Nährmolekül. Wenn nun das Protoplasma wie immer strömt, so wird jedes Protoplasmamolekül, das auf einer Seite in die Sphäre eines Nährmoleküles eingetreten ist, bald darauf dieselbe auf einer andern Seite verlassen. So lange es sich dem Moleküle genähert hat, ist Arbeit gewonnen worden; sowie es aber sich entfernt, geht die Arbeit wieder verloren. Durch den Durchgang von Protoplasmamolekülen durch Kraftsphären von Nährmolekülen wird also effektiv keine Arbeit geleistet. Da aber nach dem Grundgesetze der Mechanik keine Bewegung erfolgt, bei der keine Arbeit effektiv geleistet wird, so kann auch keinerlei Strömung des homogenen Protoplasmas erfolgen. Man kann die Motivierung kurz so ausdrücken: welche Arbeit gewonnen wird, indem Protoplasma in den Bereich der Nährmoleküle tritt, dieselbe Arbeit geht wieder verloren, indem das verdrängte Protoplasma dem Kraftbereiche entrissen wird.

Welche von diesen drei Antworten ist nun die richtige? Die dritte. Wo steckt aber bei den ersten zwei Antworten der Fehler? Bei der ersten Antwort haben wir außer acht gelassen, daß Arbeit erforderlich ist, um das Protoplasma, welches bei c aufsteigen soll, der Anziehung der Nährmoleküle zu entreißen, und bei der zweiten Antwort ist der Fehler derselbe: das radial abströmende Protoplasma muß je den Nähr-

molekülen entrissen werden, und das erfordert Arbeit. Noch einleuchtender wird der Fehler der zweiten Antwort, wenn wir beachten, daß die Kraft, die ein Molekül effektiv durch die Nährmoleküle erleidet, keineswegs senkrecht nach unten gerichtet ist, sondern, wie die erste Antwort klar macht, eine schräge Richtung hat und also eine Komponente enthält, die das Molekül dem Zentrum zuführt. Mechaniker aber, die das vorliegende Problem in die Hand nehmen, werden sich die sogenannten Kraftlinien und Niveauflächen konstruieren wie es auch der Verfasser gethan hat, und haben dann den Schlüssel zu allen in unser Thema fallenden Problemen in der Hand.

(Schluß folgt.)

Wissenschaftliche Rundschau.

Botanik.

Zur Kenntnis der Phycomyceten.

Im ersten vorliegenden Heft »Zur Morphologie und Biologie der Ancylisteen und Chytridiaceen« beschreibt Zopf eine Anzahl größtenteils von ihm selbst entdeckter zu genannten Familien gehöriger Pilze. Kann es nicht in der Aufgabe eines Referates liegen, die vielen und einläßlichen Beobachtungen, namentlich der Entwickelung der betreffenden Arten eingehender zu besprechen, so dürfte immerhin die genauere Kenntnisnahme wenigstens einer Art wohl manchen Lesern willkommen sein.

Vom Kampf ums Dasein sind selbst die kleinsten Lebewesen durchaus nicht ausgeschlossen. Wie tierische oder pflanzliche Parasiten oft unsere Kulturen hochorganisierter Pflanzen vernichten, so beobachten wir anderseits auch, wie selbst Algen unserer Gewässer nicht von verderblichen epidemischen Infektionskrankheiten verschont sind.

Lagenidium Rabenhorsti nennt Zopf einen zu den Ancylisteen gehörigen Pilz, welchem die fädigen Konjugaten wie *Spirogyra*-, *Mesocarpus*- und *Mougeotia*-Arten nicht selten zum Opfer fallen. Die bohnenförmige, den Schwärmsporen der meisten Saprolegniaceae ähnliche Zoospore treibt, z. B. auf einer *Spirogyra*-Membran zur Ruhe gekommen, einen dünnen Keimschlauch, der seines Wirtes Zellhaut durchbohrt und an seinem Ende zu einer Keimkugel anschwillt. In diese geht aus der Spore das Plasma über. Je nach der Lage der Keimkugel gehen aus ihr ein oder zwei verhältnismäßig dicke, ab und zu kugelig oder spindelförmig erweiterte Mycelschläuche hervor, die bis zum Beginn der Fruktifikationsperiode einzellig bleiben. Der Parasit bleibt auf die eine befallene Zelle beschränkt. Die aus den Mycelfäden hervorgehenden Seitenzweige sind

papillen- oder keulenförmig. Nach 24 bis 76 Stunden tritt die Fruktifikation ein. Der bislang einzellige Schlauch wird durch Querwände gegliedert. Jede der entstehenden Zellen wird zum Zoosporangium. Von diesen Schwärmsporenbehältern entsteht ein Entleerungsschlauch, der die Membran des Wirtes durchbohrt. Durch Verschleimung der Scheitelmembran öffnet sich dieser Schlauch. Ist das Plasma entleert, so beginnt sofort dessen Rotation. Aus ihm gehen die Schwärmsporen hervor, welche durch Verschleimung der die Plasmamasse umhüllenden Membran frei werden. Vom Juni ab entstehen die Geschlechtspflänzchen. Ihre Entwickelung hebt wieder mit der Bildung des beschriebenen Myceliums an. Rein geschlechtlich erscheinen nur die kleinsten Individuen, deren Mycelium auch vor der Fruktifikation nicht gegliedert wird, also die einzelligen. In den Fällen, wo das Mycelium in mehrere Zellen geteilt wird, entsteht doch nur aus einem Glied das Sexualorgan, die andern werden zu Schwärmsporangien. Selten ist das Pflänzchen monözisch, indem aus einer Zelle ein Antheridium, aus einer andern des gleichen Individuums ein Oogonium wird. Gewöhnlich sind aber die Geschlechtsorgane auf zwei Individuen verteilt.

Die Oogonien sind mehr oder weniger bauchig erweiterte Schlauchglieder, die Antheridien cylindrisch. Eine bestimmte Gesetzmäßigkeit in bezug auf die Lage der Sexualorgane und Größe der Geschlechtsindividuen besteht nicht. Oft sind die weiblichen und männlichen Pflanzen gleich groß. Doch wurden auch Fälle beobachtet, wo erhebliche Größenunterschiede bestanden, sei es daß das weibliche, sei es daß das männliche Individuum das größere war. Bei den diözischen Pflanzen legt sich beim Beginn des Befruchtungsaktes das Antheridium an das Oogonium an und erzeugt einen Perforationsschlauch, welcher die Oogoniummembran durchdringt und durch welchen das sämtliche Antheridienplasma an das Oogonium abgegeben wird. Während der Antheridiuminhalt im Übertreten begriffen war, zeigte sich im Oogonialplasma eine deutliche Bewegung der Teilchen und eine Kontraktion nach der Seite hin, wo der Antheridienschlauch eingedrungen war. Das Plasma wird grobkörniger. Nach der Entleerung des Schlauches ballen sich die Körner zu einem stark lichtbrechenden Körper zusammen, der von einem zarten, anfänglich noch membranlosen Plasmahof umgeben ist. Die Befruchtung erfolgt somit vor der Bildung der Primordialkugel und zur Bildung der Eizelle wird nicht nur das ganze Oogonial-, sondern auch das gesamte Antheridialplasma verwendet.

Das verwandte *Lagenidium entophytum*, ein in den Kopulationsorganen von Spirogyren schmarotzender Pilz, und *Lagenidium enecans*, ein Parasit grösserer Diatomaceae, schließen sich voriger Art in morphologischer wie biologischer Hinsicht im allgemeinen an.

Aus der gleichen Abteilung werden ferner beschrieben: *Myzocytium proliferum*, ein Parasit, dem ebenfalls zahlreiche Arten der fädigen Konjugaten zum Opfer fallen, der aber auch Konferven, namentlich auch Oedogonien befällt. Die Geschlechtspflänzchen sind ausschließlich monözisch. Auch *Ocpidiopsis Schenkiana* ist ein gefährlicher Konjugatenfeind, der ohne Unterschied die Sexualzellen wie die vegetativen und die Zy-

goten befällt. Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit besteht hinsichtlich der Oosporenbildung. Das Antheridium wird ebenfalls vollständig entleert. Der Inhalt des Oogoniums wird aber, ohne daß weder vor noch nach der Befruchtung eine Kontraktion erfolgt wäre, zur Oospore.

Aus der Gruppe der Rhicidiaceae werden 11 Spezies beschrieben, von welchen *Rhicidiomyces apophysatus* das größte Interesse beanspruchen darf. Seinem Mycelium nach ist dieser Pilz der Gattung *Rhicidium* sehr ähnlich; in seiner Sporenfruktifikation aber repräsentiert er gewissermaßen ein *Lagenidium*. »Es dürfte daher dieses Objekt einen interessanten Hinweis geben auf bisher unbekannte verwandtschaftliche Beziehungen zwischen Rhicidien einer- und Ancylisteen und Pythieen anderseits.« — Die 9 Rhicidienarten, von welchen sieben Entdeckungen von Zopf sind, treten als Schmarotzer von Characeen, Spirogyren, *Cladophora*, Diatomaceen, Saprolegnien, Oedogonien und Palmellaceen auf.

Die allgemeinen Resultate der einläßlichen Untersuchungsreihe lassen sich etwa dahin zusammenfassen:

Es erscheint als ein für die besprochenen Phycomyceten besonders charakteristisches Merkmal, das zugleich als ein sehr wichtiges Unterscheidungsmerkmal dieser Gruppe gegen die höheren Saprolegnien und Peronosporeen dient, die Thatsache, daß durch den Eintritt der Fruktifikation die Existenz des vegetativen Organes als solchen ganz aufgehoben wird, indem der Myceliumschlauch in allen seinen Teilen der Fruktifikation, sei es der Sporangienerzeugung, sei es der Bildung von Geschlechtszellen dienen muß, daß ferner das Mycelium eine überaus geringe Ausbildung zeigt, nicht zu einem eigentlichen Myceliumsystem wird. Im Gegensatz hierzu stehen die höheren Oosporeen. Bei ihnen tritt eine räumliche Differenzierung in einen mycelialen und in den fruktativen Teil zu Tage. Das Mycelium tritt uns ferner als ein reichverzweigtes Mycelsystem von relativ bedeutendem Umfang entgegen. — Ein drittes charakteristisches Moment liegt darin, daß die Schwärmer erst außerhalb des Sporangiums zur völligen Ausbildung gelangen. Höchst wichtig ist aber vor allem der Modus der Eibildung und Befruchtung.

Nach de Bary's Untersuchungen besteht zwischen Saprolegniaceen und Peronosporeen ein wichtiger Unterschied darin, »daß bei den letztern ein Ei aus einem Teil des Protoplasmas des Oogoniums gebildet und nachher befruchtet wird durch die Aufnahme einer aus dem Antheridium übertretenden Plasmaportion; während bei erstern aus dem ganzen Protoplasma des Oogoniums ein Ei, resp. durch Teilung mehrere Eier entstehen, deren Befruchtetwerden in keinem Fall sicher nachweisbar ist, in vielen Fällen sicher nicht stattfindet.«

Zopf hat für seine Phycomyceten noch einen andern Befruchtungsmodus konstatiert. Die Eibildung findet erst während und nach der Befruchtung statt und das gesamte Antheridienplasma wird in das weibliche Organ übergeführt. Ferner wird das ganze Oogonienplasma zur Bildung der Eizelle verwendet.

Winterthur. Dr. Rob. Keller.

Geologie.

Die gesteinsbildenden Kalkalgen und die Entstehung strukturloser Kalke.

Durch die Untersuchungen von Unger, Gümbel, Benecke u. a. ist die geologische Verbreitung jener kalkabsondernden Organismen näher bekannt geworden, die man früher unter dem Namen »Nulliporen« zusammenfaßte und von denen festgestellt worden ist, daß sie zu den Algen gehören. Diese Kalkalgen findet man nicht nur in vereinzelten Exemplaren zahlreichen detritogenen marinen Schichten eingelagert, sondern es setzen dieselben viele Kalksteine fast ausschließlich zusammen. Besteht ein Kalklager zum überwiegenden Teile aus wohlerhaltenen Resten, welche deutlich die Struktur der Kalkalgen zeigen, so ist die Entstehung desselben durch die frühere Thätigkeit dieser Pflanzen unmittelbar ersichtlich. Es finden sich jedoch erkennbare Reste von Kalkalgen vereinzelt auch in solchen Kalken, welche im petrographischen Sinne strukturlos sind und deren Genesis bisher rätselhaft erschien.

Die sogenannten strukturlosen Kalke werden ausschließlich von meist mikroskopisch kleinen Kalkspatkörnchen zusammengesetzt, und es fehlen denselben im allgemeinen organische Reste sowie jener Detritus, welcher unter den Bestandteilen der Sedimentärgesteine die hervorragendste Stellung einnimmt. Auch sind die strukturlosen Kalke nie geschichtet, sondern zeigen nur eine Absonderung in Bänke.

Schon Benecke vermutete einen genetischen Zusammenhang zwischen den Nulliporenlagern und den strukturlosen Kalken, aber diese Beziehungen konnten nicht klar erkannt werden, da es bisher an einer eingehenden Untersuchung über die gesteinsbildende Thätigkeit der lebenden Kalkalgen fehlte. Walther benutzte seinen Aufenthalt an der zoologischen Station in Neapel während des Winters 1883/84 zu den in einer vor kurzem erschienenen Abhandlung[1] mitgeteilten Studien über die geologische Bedeutung einer im Meerbusen von Neapel in reicher Entwickelung auftretenden Gruppe der Kalkalgen: der zu den Florideen gehörigen Lithothamnien (Melobesien).

Da die Lithothamnien zur Assimilation der Kohlensäure des Lichtes bedürfen, so können dieselben nicht tiefer als ca. 100 m unter der Oberfläche des Meeres gedeihen. Am üppigsten entwickeln sich dieselben nicht an den Ufern, sondern an 3 Stellen im Meerbusen, wo sich der Boden des Meeres der Oberfläche desselben auf 70—30 m nähert. Diese sog. Secchen sind mit geschlossenen Lithothamnienlagern bedeckt. Das Gestein, auf welchem die Algenlager aufruhen, konnte nicht ermittelt werden, doch ist wahrscheinlich, daß sich die Lithothamnien auf submarinen Lavaklippen angesiedelt haben.

Die Lithothamnien sind rosa gefärbt und reich verästelt. In und an ihren Zellmembranen sondern dieselben so viel anorganische Sub-

[1] Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung strukturloser Kalke. Von Johannes Walther. Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellsch. XXXVII. S. 329. 1885.

stanzen ab, daß sie nur 5—6 % organische, hingegen 95—94 % anorganische Substanzen enthalten. Unter den letzteren überwiegt ganz beträchtlich der kohlensaure Kalk, ferner finden sich geringe Mengen von kohlensaurer Magnesia, sowie Kieselsäure, Thonerde u. s. w. Die einzelnen Ästchen erreichen je nach der Spezies einen Durchmesser von 1—5 mm und die einzelnen Individuen bilden nuß- bis faustgroße »Knollen«. Wenn die Lithothamnien die letztere Größe erreicht haben, sterben sie ab, wobei der rosarote Farbstoff verschwindet und eine hellgraue Färbung entsteht. Wegen des hohen Kalkgehaltes tritt bei dem Verfall der organischen Masse der abgestorbenen Algen eine Volumverringerung ihres Körpers nicht ein, und indem sich beständig junge Lithothamnien auf den schon vorhandenen Individuen ansiedeln, häufen sich die kalkigen Reste der Algen zu riffartigen Bänken an. Nach Walther's Beobachtungen können zwei Individuen nie miteinander verschmelzen und können sich die Lithothamnien ebensowenig durch eigene Thätigkeit auf ihrer Unterlage befestigen. »Allein erstens ist die Oberfläche der Algenknollen so höckerig, daß sie ziemlich fest aufeinander liegen, dann aber werden sie gewöhnlich von Bryozoen überrindet, und solche mögen auch im wesentlichen die Befestigung abgestorbener Knollen auf ihrer Unterlage vermitteln.«

Die Algenlager dienen zahlreichen Tieren zum Aufenthalt, deren Existenz an geringere Meerestiefen und festen Untergrund gebunden ist, besonders Mollusken, aber auch Bryozoen, Polypen, Krebsen u. a. Ferner fallen auf die Algenlager die Reste pelagischer Organismen nieder, z. B. Radiolarien, Foraminiferen, Pteropoden, Diatomeen. Die Hartgebilde der gestorbenen Tiere dieser beiden faunistischen Gruppen werden von den Lithothamnien überwachsen, zum Teil auch umwachsen, und nehmen daher am Aufbau der Algenlager teil, was für die Beurteilung der fossilen Algenlager von Wichtigkeit ist. Auch setzt sich beständig feiner (Kalk-) Detritus auf die Algenlager ab. Ist ein Lager im raschen Wachstum begriffen, so füllt der Detritus nur die zwischen den einzelnen Ästchen und Knollen bleibenden Zwischenräume: hingegen bei geringerem Wachstum des Lagers sammelt sich der Detritus an Stellen, wo das Wachstum besonders zurückbleibt, zu kleinen Linsen und Schichten an. Es ist daher (unter der Annahme, daß die Menge des sich in gleichem Zeitraum niedersenkenden Detritus gleich bleibt) das Verhältnis zwischen Algenkalk und Detritus ein Maßstab für die Wachstumsenergie der Algen.

Die organische Struktur der von den Lithothamnien abgeschiedenen Kalkmassen bleibt jedoch im Laufe der Zeit nicht immer erhalten. Die Erfahrung hat gezeigt, daß fossile Kalkalgen um so besser erhalten sind, je vereinzelter dieselben in detritogenen Schichten eingebettet vorkommen, und daß mit zunehmender Massenhaftigkeit ihre Struktur undeutlicher wird. Die abgestorbenen Algen wandeln sich sogar z. T. relativ rasch um, wie dies das Vorkommen stark veränderter Knollen auf den lebenden Algenlagern von Neapel beweist. »Zerschlägt man eine Algenknolle, die durch ihre graue Farbe anzeigt, daß sie abgestorben ist, so sieht man oft das Innere verändert. Man erkennt nicht sofort die ursprünglich sehr deutliche Nulliporenstruktur, sondern der Algenkörper zeigt ein anorganisches Gefüge und ähnelt einem kavernösen Süßwasser-

kalk. « Auch die von den Algen umwachsenen Muschelschalen erscheinen auf dem Bruche wie zerfressen.«

Den weiteren Verlauf dieser Umwandlung konnte Walther an einem jungtertiären Lithothamnienlager verfolgen, welches einst dem Syrakus des Altertums als Baugrund gedient hat und unter anderem in der Latomia dei Capuccini sehr gut aufgeschlossen ist. Die durch diesen Steinbruch bloßgelegten Felswände zeigen zum Teil Algenknollen, welche sich trefflich von einander lösen lassen und so gut erhalten sind, daß die Art bestimmt werden konnte. Durch die Verwitterung wird die leicht zerstörbare detritogene Ausfüllungsmasse zwischen den Ästchen der Algen entfernt, so daß auf diesen Teilen der Felswände die Knollen sehr deutlich hervortreten. An anderen Stellen wittern jedoch die Knollen nur undeutlich heraus, im allmählichen Übergang wird die Knollenstruktur undeutlicher und geht schließlich das zum Teil aus wohlerkennbaren Algen bestehende Gestein in völlig strukturlosen Kalk über.

Bei dem Forschen nach der Ursache dieser Umwandlung ist man wohl zunächst geneigt anzunehmen, daß die Kalkalgen durch einsickernde Tagewässer umkrystallisiert worden seien, welche aus der Luft und dem Humus absorbierte Kohlensäure enthielten. Wenn auch die Möglichkeit derartiger Vorgänge zugegeben werden muß, so nötigt doch die Thatsache, daß viele dem erwähnten Algenlager gleichaltrige detritogene Kalkablagerungen trotz durchsickernder Tagewässer mit allen eingeschlossenen Fossilien unverändert geblieben sind, zu der Annahme, daß der Kohlensäuregehalt der Sickerwässer im allgemeinen nicht hinreicht, ein Kalkgestein zu metamorphosieren, und daß somit in den stark veränderten Algenkalken eine Kohlensäurequelle vorhanden sein muß, welche anderen Kalksteinen fehlt. Diese Kohlensäurequelle findet Walther in der Cellulosesubstanz der Kalkalgen, welche im Laufe der Zeit oxydiert und hierbei das einsickernde Wasser mit Kohlensäure beladet.

Diese Annahme wird durch den chemischen Befund bestätigt. Die organische Substanz, welche bei lebenden Lithothamnien 5—6 % beträgt, ist bei den Kalken der Latomia dei Capuccini auf $^1/_3$ % gesunken (und haben sich dementsprechend der kohlensaure Kalk u. s. w. auf 99 $^2/_3$ % angereichert), und da der Kalk der fossilen Lithothamnien eine reinweiße Farbe zeigt, also kein sogenanntes Bitumen enthält, so bleibt nur die Möglichkeit übrig, daß eine vollständige Oxydation der organischen Substanz zu Kohlensäure und Wasser stattgefunden hat.

Durch die Annahme Walther's wird auch erklärt, warum die einzeln in detritogenen Gesteinen vorkommenden Kalkalgen ihre Struktur behalten: das sich in der einzelnen Alge mit Kohlensäure beladende Sickerwasser wird beständig durch anderes kohlensäurefreies, bezw. ärmeres Wasser ersetzt, ehe es im stande war, umkrystallisierend zu wirken.

Da die Tagewässer stets Sauerstoff gelöst enthalten, so muß der Prozeß der Kohlensäurebildung und somit die Umwandlung des Algenkalkes in strukturlosen Kalk stets eintreten, wenn in einem Algenkalklager von größerer Mächtigkeit Tagewässer zirkulieren.

Als erste Anwendung der mitgeteilten Beobachtungen zur Lösung der Aufgaben der erklärenden Geologie bespricht Walther noch die

schon vielfach behandelte, aber bisher nicht befriedigend gelöste Frage nach der Entstehung der mit struierten Kalkbänken wechsellagernden strukturlosen Kalke im Rhät des Todten-Gebirges sowie des Dachsteins, und führt, gestützt auf eigene Beobachtungen und auf Abhandlungen von Stur, Suess, v. Mojsisovics, Fuchs u. a. den Nachweis, daß die geologischen Eigenschaften jener strukturlosen Schichten durch die Annahme, daß dieselben umgewandelte Algenlager sind, vollkommen erklärt werden. Hierdurch ist zugleich ein neuer Beitrag zu dem Nachweise geliefert worden, daß jene alpine Formation nicht als Tiefseebildung aufgefaßt werden darf.

Dresden. Heinrich Vater.

Litteratur und Kritik.

1) Rethwisch, Dr. Ernst. Der Irrtum der Schwerkrafthypothese. Kritik und Reformthesen. Zweite vermehrte Auflage. Freiburg i. B. 1884. Kiepert & v. Bolschwing. 119 S. 8^0.
2) Kaiser, Heinrich. Ein Einfluten des Äthers die Ursache der Gravitation, Rotation, des Umlaufes und anderer Erscheinungen. Karlsruhe, Gutsch, 1883. 27 S. 8^0.
3) Eckstein, Friedr. Das Phänomen der Verdichtung. Eine naturphilosophische Studie. Wien 1885, Manz. 48 S. 8^0.
4) Beglinger, Johannes. Das Weltgesetz, oder neue Theorie der allgemeinen Schwere. Zürich, Meyer & Zeller, 1885. 493 S. 8^0.

Unter den in Rede stehenden Werken ist 1) wohl das hervorragendste, hervorragend durch die ungewöhnliche Vollendung, in der sich hier Anmaßung und Ignoranz offenbaren. Nehmen wir einige Beispiele vor. Bekanntlich ist das Pendel eines der vollkommensten Instrumente, die wir für die Messung fernwirkender Kräfte besitzen, da die geringste Schwankung in der Intensität der Kraft sich sofort in einer Änderung der Schwingungsdauer verrät, die kleinste Änderung der Schwingungsdauer aber vertausendfacht erscheint, also sehr merklich wird, wenn wir das Pendel tausend Schwingungen machen lassen. Über dieses Instrument sagt nun der Verfasser (Seite 21): »Die logische Betrachtung des Sachverhaltes lehrt, daß aus der Zahl der in einer bestimmten Zeit ausgeführten Pendelschwingungen ein Schluß auf die Stärke der von unten wirkenden Kraft nicht möglich ist.« Die »logische Betrachtung« entwickelt Rethwisch auch. Das berührt einen Physiker ungefähr so, als behauptete jemand, daß man bei der Dezimalwage aus den aufgelegten Gewichten auf die Größe der Last keinen Schluß ziehen könne; die Wage zeige dasselbe Gewicht an, mag die Last groß oder klein sein. Derartige tolle Aussprüche machen nun aber das ganze Werk aus. Weitaus die harmloseste Äußerung ist (S. 35) die, daß »die Abstammung des Menschen vom Affen durch die Thatsachen bestätigt wird«. Die Erde soll vor einigen Millionen Jahren einen Ruck bekommen haben, der

das Meer ins Schwanken brachte, und dieses Schwanken dauert noch heute fort als Ebbe und Flut; der Parallelismus zwischen Mond und Flut soll lediglich Zufall sein etc. Derselbe Mann sagt aber in der Einleitung: Eine Schrift, die mit jahrhundertealten Grundvorstellungen aufräumen will, kann unmöglich die Köpfe im Sturme erobern.« Wer ein Freund von phänomenalen Gedanken ist, von Gedanken, die noch nie ein denkender Geist ausgesprochen hat, der widme seine Kraft dem Werke des Herrn Dr. Ernst Rethwisch.

2) ist ein redlich gemeintes Schriftchen, dessen Inhalt im Titel gegeben ist: der Äther stürzt zyklonenähnlich in die Sonne, von der er absorbiert wird, und treibt die Körpermoleküle der Sonne zu. In gleicher Weise absorbierend wirken die Planeten, wirken die Gebirge auf denselben, wirkt jede Masse; und daraus resultieren Ätherbahnen, die an jeder Stelle des Raumes der Richtung entsprechen, welche dort die Schwerkraft besitzt. Wenn der Verf. einst kennen lernen wird, was andere über Strömungen gearbeitet haben, und seine eigenen Ideen der Berechnung zu unterwerfen versuchen wird, dann wird er hoffentlich über das gewiß sehr gewissenhaft ausgearbeitete und keineswegs leere Schriftchen dennoch selber lächeln.

Der Verfasser von 3) schreibt wohldurchdacht, glatt und klar. Leider stehen seine mathematischen und physikalischen Kenntnisse in keinem günstigen Verhältnisse zu der Bedeutung des besprochenen Gegenstandes. Bekanntlich baut sich die ganze theoretische Mechanik auf fünf Dimensionen auf, nämlich Länge, Breite, Höhe, Zeit und Dichte, die usuell mit den Zeichen x, y, z, t, ϱ bezeichnet werden und von denen die ersten drei dem Raume, die vierte der Zeit und die fünfte demjenigen entspricht, was man Materie oder Materialität nennen könnte. So wie die »Länge«, d. i. die Koordinate x in kontinuierlichem Übergange alle möglichen positiven und negativen Werte besitzen kann; so wie jedem Werte des x alle möglichen y, jedem x und y, d. h. jedem Punkte in einer Ebene, alle möglichen Werte des z, d. i. gemeinhin der Höhe entsprechen können: so können jedem bestimmten Werte von x, y und z, d. i. jedem bestimmten Punkte im Raume, alle möglichen positiven Werte des ϱ von 0 bis $+\infty$ entsprechen; und gleichwie $dx.dy$, d. h. das Produkt zweier Rechteckseiten ein Flächenelement, $dx.dy.dz$, d. h. das Produkt dreier Orthogonkanten ein Volumenelement mißt, so mißt $dx.dy.dz.\varrho$, d. h. das Produkt eines Volumenelementes und der Dichte, die in jedem seiner Punkte herrscht, das Massenelement oder, wenn man lieber so sagen will, das Stoffelement. Die Dichte ϱ denkt sich aber jeder Mathematiker gerade so kontinuierlich veränderlich, d. h. jedes Wertes fähig, wie die Länge oder die Zeit oder jede beliebige andere Größe, und in Hunderten von Formeln findet man in mathematisch-physikalischen Werken den Wert $d\varrho$ in der Bedeutung der Dichtezunahme oder -Abnahme in einem bestimmten Punkte.

Diese Auffassung der materiellen Welt ist so alt wie die Anwendung der mathematischen Analyse auf die Naturerscheinungen. Die rechnenden Physiker haben wohl nie Anstand genommen, zuzugeben, daß in demselben Punkte, in welchem jetzt die Dichte ϱ oder, um den Aus-

druck des Verfassers zu gebrauchen, die Intensität ϱ der Materie herrscht, nach kurzer Zeit noch ein zweitesmal die Dichte ϱ, also die Dichte 2ϱ herrschen kann; rechnen sie doch so oft mit solchen Dichteschwankungen. Auch hat es für den Mathematiker nicht die mindeste Schwierigkeit, wenn er gerade Messing der Rechnung unterwirft, anzunehmen, daß in demselben Raume in jedem einzelnen Punkte das Kupfer die Dichte ϱ_c, das Zink die Dichte ϱ_e, also das Messing die Dichte $\varrho_c + \varrho_e$ besitzt. Allerdings gibt es aber anderseits Probleme, die wir nur dann klar in Elementarerscheinungen zerlegen können, wenn wir die Materie in Form von kleinen, mit Materie erfüllten Volumen uns vorstellen und annehmen, daß diese Atome Gestalt, Größe und Dichte wenigstens in der Zeit, über die sich die behandelte Erscheinung erstreckt, nicht ändern. In der Mathematik geht es uns ja gerade so; einige Probleme lösen wir leichter, wenn wir die Raumgrößen kontinuierlich, andere, wenn wir sie diskret uns vorstellen. Wenn ein Physiker sagt, daß die Welt aus Atomen bestehe, dann will er damit nichts anderes ausdrücken, als daß die Erscheinungen der Chemie, der Wärme, der Gase etc. sich mit jener Annahme am anschaulichsten erklären lassen; und wenn jemand aufmerksam macht, daß ja selbst das kleinste Atom wegen der unendlichen Teilbarkeit des Raumes, die wir heute annehmen zu müssen glauben, im Vergleiche zu noch kleineren Räumen so groß ist wie das Sonnensystem mit allem Lebenden, das in ihm ist, im Vergleich zu einem Atom; daß wir also das Atom wohl als eine ganze komplizierte Welt ansehen müssen, die selber wieder aus kontinuierlicher oder diskreter Materie besteht: so wird wohl kein Physiker die logische Berechtigung oder Möglichkeit dieses Rückschrittes auf Atome niederer Ordnung oder auf kontinuierliche Materie in Abrede stellen. Die Undurchdringlichkeit der Materie betreffend sagen die Physiker, daß wir bis heute keine Erscheinung kennen, die uns zwingt, die Durchdringlichkeit der Materie anzunehmen, daß aber wohl alle bis jetzt geschaffenen und hierher gehörigen Erklärungen den Satz involvieren, daß die Atome einander thatsächlich nicht durchdringen; ob sie es praktisch überhaupt nicht können, das können wir ja nicht wissen.

Der Verf. scheint von den eben skizzierten Auffassungen nur den Atomismus und auch diesen in seiner krassesten Form zu kennen, welche die Atome als absolut und unbedingt unveränderliche Dinge hinstellt und außer ihnen und dem Äther nichts kennt. Er bekämpft nun den Atomismus, aber mit so wunderlichen Argumenten, daß man glauben muß, er wisse nicht, zu welchem Zwecke er geschaffen worden ist. Er weiß, um bildlich zu reden, nicht, wozu ein Messer dient, und beweist logisch, daß es thöricht sei, einem Stücke Eisen eine so absonderliche Form zu geben, wie sie eben ein Messer zeigt. Er entwickelt dann aus Kant, daß die einzig richtige Auffassung der Materie diejenige sei, die wir zuerst gegeben haben, ohne, wie es scheint, zu wissen, daß dieselbe in der theoretischen Physik ja längst in Übung ist; er sucht philosophisch zu beweisen, daß wir die Intensität der Materie (ϱ) ebenso aprioristisch kennen wie Zeit und Raum, doch scheint ihm ein mathematischer Lapsus hierbei zu begegnen; er scheint nämlich anzunehmen, daß der Übergang von $+a$ nach $-a$ kein stetiger sein könne, da seiner Ansicht nach

der Übergang von positiven Werten auf Null einen Sprung involviere: er scheint also die Verlegung des Koordinatenursprunges, oder in meinem Beispiele die Verlegung des Nullpunktes, die in der Mathematik auf Schritt und Tritt geübt wird und wodurch der alte Nullpunkt mitten unter die positiven oder negativen Werte gerät, deren kontinuierlichen Zusammenhang der Verfasser anerkennt, nicht zu kennen; endlich sucht er zu beweisen, daß ein Raum ohne Materie undenkbar sei, weil in einen solchen Raum dann Materie gar nie mehr gelangen könne, indem dann die Intensität der Materie an jener Stelle von Null auf einen positiven Wert steigen müßte, dieser Übergang aber nach seiner Ansicht (die aber von Mathematikern nicht geteilt wird) einen Sprung involviere, in der Natur aber Sprünge nicht vorkommen können.

Sonderbar berührt die Unbefangenheit, mit der der Verfasser voraussagt, was die Physiker (oder wie er sagt, die Empiriker) auf seine Argumentation antworten werden, und ihnen hierbei Antworten in den Mund legt, die ein Physiker wohl nicht geben würde.

Trotz alledem bleibt das Schriftchen eine klare, liebenswürdig geschriebene Studie, die durch die Schönheit ihres Aufbaues und Stiles den Leser gewinnt.

Mit Befangenheit unternimmt es der Referent, über das Werk 4) zu sprechen. Es ist kein junger Mann, der das Werk geschrieben hat, und wer ein Menschenalter einer Arbeit zum Opfer gebracht hat, der hat ein Recht, zu erwarten, daß man eventuellen Versehen mit Schonung begegne. Wir wollen den Verfasser selbst die Grundidee aussprechen lassen, der das mit Bienenfleiß geschriebene Werk gewidmet ist. (S. 287) »Lockyer sagt: Warum fällt ein Stein oder warum ist er schwer? — Alle Stoffe ziehen sich an; ein Stein zieht den anderen an, wenn auch mit sehr wenig Kraft. Die Erde aber, die aus einer ungeheuren Masse von verschiedenen Stoffen besteht, zieht alle Dinge auf ihr mit solcher Kraft an, daß, damit verglichen, die Anziehungskraft eines Steines auf den anderen kaum bemerkbar ist. Dem gegenüber erkläre ich (Beglinger): Der Stein fällt nicht deswegen, weil die Erde ihn anzieht, sondern weil die Erde so weit abgekühlt ist, daß er sich verdichten mußte. Hätte er genug Wärme, um sich zu verflüchtigen, oder wäre sein Medium heiß genug, so würde er die Oberfläche nicht beschweren, sondern im Dunstkreis schweben und einen viel geringeren Druck ausüben, ja sogar unter besonders ungünstigen Umständen schnell im Dunstkreis steigen.« Hierzu paßt noch folgende Stelle (S. 263): »Versetzen wir uns dagegen in Gedanken auf den Mond, wo vermutlich der Stickstoff und der Sauerstoff sich infolge eingetretener Kälte in dichter Form auf den Kern niedergeschlagen haben. Hier sollte nun nach der Newton'schen Gravitationslehre das Gewicht (der Steine) viel kleiner sein als bei uns. Das glaube ich nicht; vielmehr wird trotz der Kleinheit des Mondes daselbst in Anbetracht der niederen Temperatur ein Körper noch schneller fallen als bei uns (und seine Unterlage stärker drücken, also schwerer sein als bei uns).« Aus diesen und allen andern diesbezüglichen Stellen geht hervor, daß das ganze, ein sehr großes Material an physikalischen Daten umfassende Werk ausschließlich dem Gedanken gewidmet ist, daß die

Masse eines Himmelskörpers ganz und gar keinen Einfluß auf das Gewicht, d. h. auf die Kraft habe, mit der ein Stein auf diesem Sterne nach unten strebt; daß das Gewicht ausschließlich davon abhänge, in welchem Aggregatzustande die Atmosphäre und der Stein sich befinden, oder im allgemeinen, welche Wärmeverhältnisse dort herrschen, und daß der Stein auf dem kältesten Sterne am schwersten wäre, und wäre der Stern noch so klein, und daß der Stein auf dem wärmsten Sterne am leichtesten wäre, und wäre der Stern noch so groß. Der Referent glaubt, daß an diesen Auffassungen viel Wahres ist, daß beispielsweise das Leuchtgas, das auf unserer Erde nicht nur selbst mit gleichsam negativer Schwere nach oben steigt, sondern auch noch den Luftballon und die Gondel mit sich hebt, auf einem absolut kalten Sterne, und wäre er nur so groß wie ein Haus, zu einem Eisklumpen gefrieren und auf den Stern niedersinken würde. Der Referent glaubt aber, daß aus dieser Erscheinung nicht mit zwingender Notwendigkeit gefolgert werden kann, daß die Idee der Anziehung von Masse zu Masse (Gravitation) falsch sei; er glaubt vielmehr, daß diese Erscheinungen sich nach dem sogenannten archimedischen Prinzipe sogar gerade aus dem Gravitationsgesetze ableiten, also erklären lassen. Dies zu beweisen, wäre hier allerdings nicht der richtige Ort. Der Verfasser spricht mit Jean Paul: »O selig, selig ist der, dem Gott eine große Idee beschert, für die er allein lebt und handelt und die er höher achtet als seine Freuden, und die immer jung und wachsend ihm die abmattende Eintönigkeit des Lebens verbirgt.« Möge er sich in Stunden der Bitterkeit, wenn seine Theorie nicht die erwartete Anerkennung finden sollte, mit dem Satze des Epikur befreunden: »Siehst du einen toten Mann von ferne, wie magst du entscheiden, ob der Stahl, oder Frost, oder Krankheit oder Gift ihn getötet habe? So gibt es Dinge, bei denen es nicht gut ist, eine einzige Ursache als die allein mögliche hinzustellen.« K. Fuchs.

1. Grundriß der Zoologie für höhere Lehranstalten, insbesondere für Gymnasien, bearbeitet von Dr. R. Krieger, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Mit 124 Holzschnitten. Leipzig, F. A. Brockhaus. 1886. VIII, 111 S. 8^0.
2. Leitfaden für den Unterricht in der Botanik an höheren und mittleren Schulen von Dr. H. G. Holle. Bremerhaven, L. v. Vangerow. 1884. VIII, 80 S. 8^0.
3. Schulbotanik. Tabellen zum leichten Bestimmen der in Norddeutschland häufig wildwachsenden und angebauten Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung der Ziergewächse und der wichtigsten ausländischen Kulturpflanzen, nebst den Grundzügen der allgemeinen Botanik, bearbeitet von W. Bertram. 2. neubearbeitete Auflage. Mit 200 Holzschnitten. Braunschweig, Bruhn's Verlag. 1884. VI, 173 S. 8^0.

Von diesen drei Hilfsmitteln des naturgeschichtlichen Unterrichts tritt uns Nr. 1 in besonders stattlicher Gestalt und mit zahlreichen guten

Bildern ganzer Tiere und einzelner Teile geziert entgegen. Verf. wollte damit »ein Repetitionsbuch für den Schüler, nicht aber einen Leitfaden beim Unterricht« geben, der wie die jetzt so beliebten »methodischen Leitfäden« . . . »dem Lehrer eine bestimmte Methode vorschreibt,« da doch der Gang des Unterrichts und die Auswahl der zu besprechenden Typen von den jeweiligen Umständen, von den vorhandenen Lehrmitteln u. s. w. abhängig sei. Es soll also wohl für die verschiedensten Bedürfnisse dienlich sein und Lehrer und Schüler in den Stand setzen, das, was sie gerade brauchen, daraus zu entnehmen. Eine solche Absicht konnte freilich auf dem knappen Raum eines möglichst billigen Schulbüchleins kaum anders verwirklicht werden als in der vom Verf. gewählten Form: § 1. Belebte und unbelebte Naturkörper: § 2. Tier und Pflanze; dann folgen die vegetativen und die animalen Organe des Tierkörpers: dessen »Hauptbauformen«; die Körperwärme; schützende Färbungen; Nachahmung lebloser Gegenstände und anderer Tiere. Mit S. 10 beginnt die »Übersicht des Tierreichs« und zwar mit einer Besprechung der Organsysteme und Organe der Wirbeltiere, der sich dann eine kurze Charakteristik der Säugetiere und nun die einzelnen Ordnungen und die wichtigsten Familien anschließen, wobei aus dem angeführten Grunde jeweils »nur die Namen der wichtigsten Vertreter — hier und da mit Andeutung besonderer Eigentümlichkeiten und bei fremdländischen Tieren mit Angabe des Vaterlandes — hinzugefügt« werden konnten. Den Wirbeltieren sind 56, den übrigen Kreisen 45 Seiten gewidmet. Man sieht aus dem Gesagten schon: das Ganze ist ein auf das kleinste Maß zusammengedrängtes s y n o p t i s c h e s Lehrbuch der Zoologie, ein Claus oder Leunis in der Westen- oder wenigstens in der Schultasche. Glaubte Verf. damit wirklich einem Bedürfnis abzuhelfen? Auf Gymnasien allerdings, wo der naturgeschichtliche Unterricht oft in der willkürlichsten Weise bald diesem, bald jenem Lehrer zugeteilt wird, ohne Rücksicht auf dessen Neigung und pädagogische Befähigung, mag es vorkommen, daß ein solches »Lehrmittel« eingeführt und den Schülern zugemutet wird, sich die hier gegebenen Diagnosen der einzelnen Tiergruppen der Reihe nach einzuprägen, und der Lehrer, frisch von der Universität weg, wo er zwar sein zoologisches Kolleg gehört, aber von Pädagogik nichts oder höchstens etwas von Comenius und Helvetius erfahren hat, wird es dann natürlich für unerläßlich halten, den ganzen Stoff vorzuführen, damit die Jungen doch auch einen »Begriff« von den niederen Tieren bekommen, deren »Bauplan« wenigstens kennen lernen: am Beifall des Direktors, der Schulbehörden und gar vieler »sachverständiger« Professoren wird es zumeist wohl auch nicht fehlen, denn auf das Allgemeine, das Höhere, auf die I d e e den Blick der Jugend zu richten, das ist ja das wahre Prinzip des Gymnasiums. Andere höhere Lehranstalten aber, welche dem (vielleicht veralteten?) Grundsatz huldigen, daß das Denken und Begreifen des Schülers aus den Elementen, aus der Anschauung und selbstthätigen Vergleichung zu entwickeln sei und daß man ihn mit dem Stoff fortschreiten lassen müsse, werden diesen »Grundriß« selbst als Repetitionsbuch nicht gelten lassen können, weil er eben nicht bloß einerseits des für sie Wichtigen zu wenig bringt, sondern namentlich anderseits die

Aufmerksamkeit des Schülers (und nur zu leicht auch des Lehrers!) nach einer ganz falschen Richtung hin lenkt.

Die Auswahl der Abbildungen dürfte gleichfalls nur wenig von didaktischen Rücksichten geleitet worden sein. Die Habitusbilder sind ja im ganzen recht gut (doch sei erwähnt, daß als Fig. 115, »Melonenqualle (*Beroë*)« ein sehr merkwürdiges Tier mit zwei langen verästelten Fangfäden abgebildet ist; aus Fig. 107, *Brachionus*, wird sich wohl niemand über die Organisation der Rädertierchen belehren können; auch Fig. 120, Edelkoralle, ist keineswegs naturgetreu); was hat es aber für einen Zweck, daß hintereinander 5 Schädel von Karnivoren in der Profilansicht dargestellt sind, während nirgends ein einzelner Säugetierzahn oder ein Gebiß, das Skelett einer Gliedmaße, die Vorder- oder Oberansicht eines Schädels u. dergl. zu finden ist? Die Mundteile der Insekten werden nur durch die ziemlich undeutliche Abbildung derjenigen eines Laufkäfers erläutert, die übrigen Ordnungen bleiben unberücksichtigt. Endlich ist nirgends angegeben, wie stark oder auch nur ob eine Abbildung vergrößert oder verkleinert ist, was mindestens bei den niederen Tieren sehr irreleiten kann.

Der Herr Verfasser möge uns zu gute halten, daß wir seine an sich ganz fleißige und anerkennenswerte Arbeit so streng beurteilt haben. Wir glauben gern, daß seine Meinung eigentlich war, der Lehrer solle aus dem hier zusammengedrängten das herausgreifen, was er gerade brauchen könne, und daß es ihm nicht einfiel, mit seinem Büchlein die an den Universitäten übliche und selbst da vielfach der Vorbildung und dem Denkvermögen der Zuhörer kaum entsprechende systematische Lehrmethode auch in die höhere Schule zu verpflanzen. Aber der Erfolg wird eben doch in den meisten Fällen gerade dieser sein, daß Lehrer und Schüler den Hauptwert auf die Übersicht, auf die Kenntnis der Systembegriffe und ihre Rangordnung legen und sich einbilden werden, damit einen wesentlichen und bleibenden Gewinn errungen zu haben — um so mehr als sich mit solchem Wissen viel rascher glänzende Prüfungsresultate erzielen lassen, als wenn man die Schüler erst zu eigener Arbeit am einzelnen heranbilden muß.

Der unter 2. genannte Leitfaden stellt das Prinzip in den Vordergrund, induktiv fortschreitend aus der Beobachtung ausgewählter Typen von Blütenpflanzen die Begriffe der Art, Gattung, Familie u. s. w. zu entwickeln, wobei konsequent das natürliche System festgehalten und allein berücksichtigt wird. Die Morphologie kommt nur als Hilfsmittel der Systematik in Betracht; die physiologischen bezw. biologischen Eigentümlichkeiten der Pflanzen werden zunächst gelegentlich besprochen und nur im Zusammenhang repetiert, auf einer höheren Stufe aber in Verbindung mit den wichtigsten anatomischen Thatsachen zu einem einheitlichen Bilde vom Leben der Pflanze vereinigt. Die für diese Stufe bestimmten Erörterungen sind den einzelnen Abschnitten in kleinerem Druck beigefügt. Wir glauben in der That einen solchen Lehrgang als ganz außerordentlich fruchtbar und zweckentsprechend bezeichnen zu dürfen. Der sehr kurze Leitfaden setzt freilich eine gründliche Kenntnis und Orientiertheit des Lehrers in den verschiedenen Zweigen der wissen-

schaftlichen Botanik voraus — eine Forderung, die bekanntlich, so selbstverständlich sie erscheint, doch keineswegs an allen höheren und mittleren Schulen, wo in Botanik unterrichtet wird, verwirklicht ist. Mit Rücksicht auf diese Thatsache nur ist dem Verfasser vielleicht der Vorwurf zu machen, daß er allzu ängstlich bemüht gewesen sei, nicht etwa »den Lehrer durch den Leitfaden zu ersetzen« und jenem überall die Ausführung und Erläuterung möglichst zu überlassen.

Nr. 3 stimmt darin mit der eben besprochenen Schrift überein, daß sie ebenfalls das natürliche System zu Grunde legt und das Linné'sche nur anhangsweise noch beifügt; im übrigen war es dem Verf. nicht um Vorführung einer eignen Lehrmethode, sondern hauptsächlich nur darum zu thun, dem Schüler ein billiges und bequemes Hilfsmittel zum Bestimmen der häufigsten Pflanzen in die Hand zu geben. Die Tabellen zur Bestimmung der Kreise und Klassen, der Familien und endlich der Arten (den Klassen der letzteren sind jeweils Übersichten der Familien in natürlicher Anordnung vorausgeschickt) sind durchweg dichotomisch gehalten und ermöglichen ein rasches Auffinden der gesuchten Namen, wobei auch die höchst einfachen, aber praktisch gewählten Abbildungen gute Dienste leisten mögen. Die dem Ganzen vorausgehende kurze »Gestaltlehre« (17 S.) hat im wesentlichen ebenfalls nur den Zweck, die Kunstausdrücke zu erklären; dazu sind jedoch in dieser zweiten Auflage noch je ein Abschnitt (zusammen 7 S.) über den inneren Bau und das Leben der Pflanzen gekommen. Am Schlusse findet sich eine gute Anweisung zur Anlegung eines Herbariums, eine Disposition einer Pflanzenbeschreibung nebst Beispiel und ein ausführliches Register. — Zugegeben, daß es ganz nützlich (obschon keineswegs notwendig) ist, wenn der Schüler die meisten der ihn umgebenden Pflanzen zu benennen und ihre Namen selbst aufzufinden weiß —: jedenfalls wird auch dieses Büchlein ähnlich wie Nr. 1 nur dann keinen Schaden stiften, nicht vom eigentlich Lernenswerten abziehen, wenn ein gewissenhafter und denkender Lehrer den Gang des Unterrichts bestimmt und diese Schulbotanik nur nebenher als Nachschlagebuch verwendet. B. V.

A. W. Eichler, Syllabus der Vorlesungen über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik. 4. verbesserte Aufl. Berlin 1886. 68 S. 8°. Mk. 1.50.

Es wird nicht verwundern, das genannte Heft an dieser Stelle besprochen zu finden, wenngleich es zunächst nur für die botanischen Vorlesungen Eichler's an der Berliner Universität bestimmt ist. Denn der Verfasser, der wie wenige das ungeheure pflanzensystematische Gebiet überblickt, gibt den Fachgenossen in seinem Syllabus sein mit Recht immer weitere Anerkennung findendes Pflanzensystem, das als eine Fortbildung des Brongniart'schen Systems zu betrachten ist; nur muß man gerade wegen der Benutzung des Eichler'schen Syllabus seitens der Bo-

taniker bedauern, daß »einige unbedeutendere« Familien weggelassen worden sind.

Was die Verbesserungen in der vorliegenden 4. Auflage im Vergleich mit der vorausgegangenen betrifft, so sind bedeutende Veränderungen in der Systematik der Thallophyten vorgenommen worden. Beispielsweise sind die Myxomyceten, »als richtiger zu den Tieren gehörig«, in eine Anmerkung verwiesen und die Flechten als eine Hauptgruppe der Pilze dargestellt worden; auch bei den Algen haben wesentliche Umstellungen stattgefunden. Im übrigen ist die Stellung und Begrenzung der Abteilungen im ganzen dieselbe geblieben; wir heben jedoch hervor, daß die früher mit einem ? zu der »Reihe« der Urticinae gestellte Familie der Platanaceen in der neuen Auflage in der Reihe der Saxifraginae erscheint. Ganz neu kommen zwei Abschnitte hinzu, nämlich erstens eine »Einleitung in das System« und zweitens als Einleitung zu den Phanerogamen »Vorbemerkungen über Blüte und Frucht der Phanerogamen«, also über diejenigen Organe, deren besondere Kenntnis, um eine Einsicht in die Systematik der letztgenannten Pflanzenabteilung zu gewinnen, unerläßlich ist. Denn verhehlen wir es uns nicht: so sehr auch in dem Streben, ein »natürliches System« zu schaffen, darauf hingewirkt wird, möglichst die Eigentümlichkeiten, welche von der ganzen Pflanze geboten werden, zu berücksichtigen, so steht doch noch immer wie bei dem rein künstlichen System von Linné die Betrachtung der Geschlechtsorgane, bei den höheren Pflanzen also der Blüten, im Vordergrunde, und insofern haftet auch den heutigen Systemen — das Eichler'sche nicht ausgeschlossen — immer noch etwas Künstliches an. Aber es scheint sich gerade in der Ähnlichkeit des Baues der Blüten die Verwandtschaft der Pflanzen am meisten auszusprechen und möglicherweise stellt sich daher immer mehr heraus, daß sich durch die fast ausschließliche Berücksichtigung der genannten Organe wirklich ein wahrhaft natürliches System annähernd erreichen läßt.

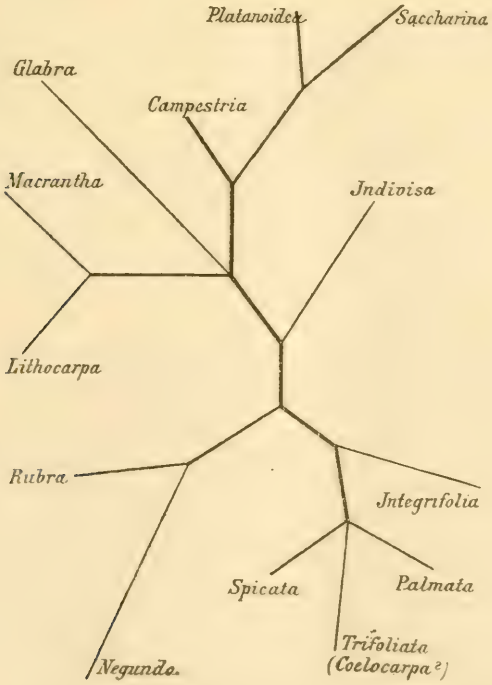
Schon früher (1880) hat Eichler bei seiner Aufnahme in die Akademie der Wissenschaften in Berlin in seiner Antrittsrede die Deszendenzlehre ausdrücklich als Grundlage der Systematik und Morphologie bezeichnet, und es ist daher ganz in der Ordnung, daß der Verf. sein Werkchen und die »Einleitung in das System« mit einer kurzen und klaren Darstellung der Darwin'schen Theorie beginnt.

Dr. H. Potonié (Berlin).

Bibliographie.

Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie von **A. Engler**. Leipzig, W. Engelmann. VI. Band, IV. und V. Heft. (9. Juni, 31. Juli 1885.)

Dr. Fr. Pax: Monographie der Gattung *Acer*. 1 Taf. S. 287—374. Allgemeiner Teil: 1) Morphologische Verhältnisse. 2) System. Die Gattung wird in folgende 14 Sektionen eingeteilt: *Rubra* mit 4 Spezies, *Spicata* 16 Spezies, *Palmata* 5 Spezies, *Trifoliata* 2 Spezies, *Integrifolia* 5 Spezies, *Negundo* 3 Spezies, *Indivisa* 6 Spezies, *Glabra* 2 Spezies, *Campestria* 9 Spezies, *Platanoidea* 7 Spezies, *Saccharina* 3 Spezies, *Macrantha* 8 Spezies, *Lithocarpa* 5 Spezies und *Coelocarpa* 1 Spezies. Ihre verwandtschaftlichen Beziehungen werden durch obige schematische Figur veranschaulicht.



Pflanzengeographische Verbreitung.

	Mittel Europa.	Mediterranes Gebiet.	Nord-Afrika.	Kaukasus.	Persien.	Turkestan.	Himalaya.	Java und Pegu.	China.	Japan.	Atlant. Nord-Amerika.	Pacif. Nord-Amerika.	Mexiko.
Rubra . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—
Spicata . . .	2	3	—	3	2	1	3	—	4	2	1	2	—
Palmata . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	—	1	—
Trifoliata . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
Integrifolia . .	—	—	—	—	—	—	2	1	2	—	—	—	—
Negundo . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1
Indivisa . . .	—	—	—	—	—	—	4	—	—	2	—	—	—
Glabra . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
Campestria . .	3	7	2	3	3	2	—	—	—	—	—	1	—
Platanoidea . .	1	3	—	3	1	1	1	—	2	1	—	—	—
Saccharina . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
Macrantha . .	—	—	—	—	—	—	1	—	1	5	1	—	—
Lithocarpa . .	—	—	—	—	—	—	1	—	1	3	—	—	—
Coelocarpa . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Incertae sedis .	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—
Artenzahl . .	6	13	2	9	6	4	13	2	13	20	10	7	1

Über die fossilen *Acer*-Arten, ihre Beziehungen zu den rezenten Spezies und die phylogenetische Entwickelung der Gattung folgt ein ausführlicheres Referat.

Dr. J. Müller: *Pyrenocarpeae cubenses.* S. 375—421.

Dr. Naumann: Über den Vegetationscharakter der Inseln des Neubritannischen Archipels und der Insel Bougainville. S. 421—426.

Dr. Ritter von Szyszylowicz: Zur Systematik der Tiliaceae. I. Teil. S. 427—457.

Christ: Vegetation und Flora der kanarischen Inseln. S. 455—526. Vergl. früheres Referat (Kosmos 1885, II. 219). R. K.

Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere. Herausgegeben von E. F. W. Pflüger. 38. Bd., 1886, 5. u. 6. Heft (17. Februar 1886). Bonn, E. Strauß.

(1) S. Exner: Ein Versuch über die Netzhautperipherie als Organ zur Wahrnehmung von Bewegungen (S. 217—218). — Führt einen neuen Versuch an, der zeigt, wie sehr die Netzhautperipherie befähigt ist, Bewegungen wahrzunehmen, was Verf. bereits in den Wiener akad. Sitzungsber. 1875, Bd. 72, erwiesen hatte. Blickt man nämlich auf einen Punkt und taxiert zugleich die Elongationen eines mehr seitwärts schwingenden Pendels, so erscheinen diese weit größer, als sie sind.

(2) K. Schipiloff: Über den Einfluß der Nerven auf die Erweiterung der Pupille bei Fröschen. Berichtet von M. Schiff (S. 219—274). — Um zu prüfen, welche Spinalnervenwurzeln Erweiterer der Pupille beim Frosche liefern, durchschnitt Verf. diese, ließ die Wunde heilen und maß die Pupille mittels eines Zirkels. Die erste entsendet einige, die zweite fast keine, die dritte viele, die vierte bis sechste wenig, die siebente bis neunte keine Erweiterer. Vagus und Trigeminus haben, wie Verf. zeigt, keinen Einfluß auf die Erweiterung. Ferner wird experimentell dargethan, daß in bezug auf die Verengerung der Pupillen die sympathischen Ganglien an der funktionellen Thätigkeit ihrer Wurzeln und der ihnen anliegenden Nerven durchaus nichts ändern, was Schiff schon früher in bezug auf andere Funktionen gezeigt hatte. Äußere Reize bewirken eine Erweiterung der Pupille, diese hört bei vollständiger Abtrennung des Irissympathicus auf. Licht wirkt auch dann noch verengend, wenn der Augapfel ausgeschnitten, von den

Nervenstämmen der Orbita vollständig isoliert und so präpariert ist, daß man direkt die Sklerotika sieht, ferner auch dann noch, wenn die Retina vollständig abgeschabt oder wenn eine Öl-Tusche-Suspension in den Glaskörper gespritzt wurde. Alle Versuche sind sehr sorgfältig ausgeführt.

(3) S. Exner: Über Cylinder, welche optische Bilder entwerfen (S. 274 bis 291). — Zeigt experimentell, daß, wenn in einem Cylinder die Dichtigkeit von der Achse aus nach dem Mantel ab- oder zunimmt, dieser wie eine konvexe resp. konkave Linse wirkt, da die Lichtstrahlen den Cylinder bogenförmig durchsetzen. Die Cylinder wurden aus Gelatine oder Leim dargestellt und quollen seitlich durch Wasser auf, ihre Brennweite wurde gemessen und sie gaben so leidliche Bilder, wie man bei diesem Material nur verlangen kann. Eine mathematische Berechnung von K. Exner beweist, daß die Brennweite umgekehrt proportional der Länge des Cylinders ist, wenn letztere nicht zu groß ist. Nach S. Exner besteht das zusammengesetzte Auge aus solchen Cylindern.

(4) L. Fredericq: Nervensystem und Wärmeproduktion (S. 291—292).

(5) Moritz Werther: Einige Bemerkungen über die Absonderung der Salze im Speichel (S. 293—310). — Auf Veranlassung des Prof. Heidenhain hat Verf. die Prüfung einiger von Merkel (die Speichelröhren, Rektoratsprogramm Leipzig 1883) aufgestellter Vermutungen vorgenommen. Er fand zunächst, daß das Sublingualsekret denselben Gehalt an Wasser, einen höheren an Chloriden und Kalk und einen geringeren an organischen Stoffen hat wie das Submaxillarsekret und nur infolge Mangels an Alkali zäher erscheint; die Annahme Merkel's, das Sublingualsekret sei reich an organischen Substanzen, aber arm an Wasser und Salzen, besonders Kalk, ist also unrichtig. Ebenso falsch ist die Annahme, daß der Parotisspeichel des Hundes salz- und besonders kalkreicher sei als der Sublingualspeichel, in letzterem ist vielmehr die Salzmenge doppelt so groß und die Kalkmenge ebenso groß als in ersterem. Ferner bestätigt Verf. die bereits von Heidenhain untersuchte Erscheinung, daß bei stärkerer Reizung der Drüsen die Salze und organischen Substanzen in noch weit stärkerem Maße abgesondert werden als das Wasser. — Nebenbei bemerke ich, daß ich den gebrauchten Ausdruck „im Laboratorio" für eine lächerliche Gelehrtthuerei halte.

(6) E. Pflüger: Über die Wirkung der Wasserstrahlpumpe und die zweckmäßige Einrichtung des Exsikkators (S. 311 und 312). — Weist experimentell nach, daß der bleibende Druck nicht von zurückgebliebener Luft, sondern von der Spannung des Wasserdampfes herrührt. Im Exsikkator darf also keine Schwefelsäure sein, während die Wasserstrahlpumpe evakuiert, da erstere sonst immer mehr durch diesen Wasserdampf verdünnt wird. C. D.

Botanisches Zentralblatt, herausgegeben von Dr. **O. Uhlworm** und Dr. **W. Behrens**. Band XXIII (Juli, August, September 1885).

Heinricher: Über einige im Laube dikotyler Pflanzen trockenen Standortes auftretende Einrichtungen, welche mutmaßlich eine ausreichende Wasserversorgung des Blattmesophylls bezwecken. Mit 1 Taf. No. 1 u. 2. — Parenchymatische Scheidenzellen schwächerer Blattnerven von bestimmten *Centaurea*, *Capparis*, vor allem von *Astrolobium repandum*, welche in tracheidenähnliche Zellen umgewandelt sind, werden als Speichertracheiden für Wasser aufgefaßt, Bau, Lage und Vorkommen als Beweis für diese Auffassung erklärt. Ähnliche Umwandlungen erfahren auch andere Blattparenchymzellen, wodurch eine Vermehrung der Anastomosen der Nervatur erzielt wird. Die Dichte der Nervatur aber ist abhängig von Standortsverhältnissen. Je größer die Gefahr des Wassermangels für das zartwandige Parenchym wird, um so dichter ist die Nervatur ausgebildet, damit die Zufuhr des Wassers dem dasselbe langsam aufnehmenden und leitenden Parenchym leichter und bequemer zugeführt werden kann. Flächeninhalt kleiner Gefäßbündelmaschen bei *Centaurea Urvillii* 16mal kleiner als bei *C. montana*.

Möbius: Uber den Glanz der gelben Ranunculusblüten. No. 3 u. 4. — Die Epidermiszellen des glänzenden Blütenblattteiles enthalten den gelben Farbstoff nicht wie die übrigen Zellen in Körnerform, sondern als gelbe, glänzende, ölartige Flüssigkeit, die in kleinern oder größern Tropfen in der Zellflüssigkeit suspendiert ist. Die subepidermalen Zellen des Mesophylls der Oberseite sind dicht mit Stärkekörnern angefüllt. „Die stärkeführende Schicht und die das durchsichtige Öl ent-

haltende Epidermis wirken zusammen wie ein Spiegel, indem letztere das Glas, erstere den Beleg derselben repräsentieren.“ In der Knospenlage sind die Blütenblätter nicht glänzend. Der gelbe Farbstoff ist alsdann noch in Körnerform vorhanden.

Zukal: Epilog zu meinen Flechtenstudien. No. 10. — Dem polemischen Artikel entnehmen wir folgendes: Die Gonocystien der Steinflechten, welche nach Minks aus den Hyphen der Flechten entstehen und in ihrem Innern die Gonidien erzeugen, sind nichts anderes als Gonidien, die durch einen eigentümlichen Wachstumsprozeß aus dem Innern der Kruste auf die Oberfläche gelangen. Durch das Experiment wird bewiesen, daß diese losgelösten, aber von Hyphen der Flechten durchwachsenen „Exogonidien“ unter Umständen zu einer neuen Flechtenkruste auswachsen können.

Dr. J. Mac Leod: Untersuchungen über die Befruchtung einiger phanerogamer Pflanzen der belgischen Flora. No. 12 u. 13. — Bezüglich der Caryophylleen kommt Verf. zu folgendem allgemeinem Resultat. An den deutlich dichogamen Caryophylleen, bei denen Selbstbefruchtung nicht vorkommt, entwickeln sich die Staubgefäße des äußern Cyklus vor denen des innern; bei den Arten, die sich selbst befruchten können, entwickeln sich zuerst die innern. Weil diese Pflanzen protandrisch sind, fallen für die Selbstbefruchtung nur die äußern Staubgefäße in Betracht. Wo diese ausschließlich oder fast ausschließlich vorkommt, fehlt der innere Kreis.

Botanische Zeitung, herausgegeben von **A. de Bary** und **L. Just.** 43. Jahrgang. II. Hälfte. (Juli — Dez. 1885).

Arthur Meyer: Über die Assimilationsprodukte der Laubblätter angiospermer Pflanzen. No. 27—32. Vergl. Kosmos 1886. I. 129.

H. Graf zu Solms-Laubach: Die Geschlechterdifferenzierung bei den Feigenbäumen, mit 1 Taf. No. 33—36. — Anläßlich der Besprechung einer Abhandlung des Verf. über die Herkunft etc. des gewöhnlichen Feigenbaumes stellte Fr. Müller die Ansicht auf, daß die beiden Feigenbäume (*Caprificus* und *Ficus*) schon vor Inkulturnahme bestanden haben, daß sie differente Geschlechtsformen der wilden, ursprünglichen Spezies darstellen, deren eine durch die Kultur weiter ausgebildet und fixiert wurde. (Vergl. Kosmos Bd. 11 u. 12.) Vorliegende Abhandlung bringt den Beweis für die Ansicht des berühmten Biologen, indem an verschiedenen wilden Feigenspezies (*Ficus hirta*, var. *setosa*, *F. diversifolia* etc.) die Thatsächlichkeit der Geschlechterdifferenzierung im ursprünglichen Zustand nachgewiesen wird. (S. das Referat von Fritz Müller, Kosmos 1886. I. 62.)

Dr. F. G. Kohl: Zur Wasserleitungsfrage. No. 33. — Durch Klemmversuche wird bewiesen, daß die Wasserleitung in den Lumina der Gefäße und Tracheiden vor sich geht; z. B. Versuchsobjekt: Blatt von *Polypodium Reinwardtii*:

Zeit nötig zum Verbrauch einer Wassersäule von 5 mm im Rohre *c* des Transpirationsapparates von Sachs

I. 1′ 25″	ohne Klemme.
II. Keine Verdunstung .	stark gepreßt.
III. 2′ 11″	nach Abnahme der Klemme.
IV. 6′ 7″	Klemme schwächer angezogen als bei II.

J. Wiesner: Über ein Ferment, welches in der Pflanze die Umwandlung der Cellulose in Gummi und Schleim bewirkt. No. 37.

A. F. W. Schimper: Über Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. No. 47, 48 u. 49. (Referat s. oben S. 129.)

Otto Lindt: Über die Umbildung der braunen Farbstoffkörper in *Neottia nidus avis* zu Chlorophyll. No. 52. — Der Artikel wendet sich gegen die Auffassung Wiesner's, wonach das Chlorophyll in *Neottia nidus avis* an lichtbräunliche, zweispitzige Farbstoffkörper gebunden ist, also präexistiert. Erst unter dem Einfluß chemischer Agentien soll es aus dem lichtbraunen Farbstoff gebildet werden. Der Übergang wird als ein Reduktionsprozeß aufgefaßt, bei welchem durch Sauerstoffentziehung aus dem braunen Farbstoff Chlorophyll entstanden ist. R. K.

Ausgegeben den 30. April 1886.

Die Faktoren der organischen Entwickelung.

Von

Herbert Spencer.

(Schluß.)

Das Wachstum jedes Dinges vollzieht sich vermöge der vereinten Einwirkung verschiedener Kräfte auf bestimmte Stoffe, und wenn ein Ding an Größe abnimmt, so beruht dies entweder auf dem Mangel gewisser Stoffe oder darauf, daß die Kräfte in einer Weise zusammenwirken, welche verschieden ist von derjenigen, durch die Wachstum hervorgerufen wird. Wenn ein Organ abgeändert worden ist, so liegt darin schon ausgesprochen, daß die Vorgänge, durch welche es aufgebaut wurde, den entsprechenden Vorgängen in anderen Fällen unähnlich gemacht wurden durch den größeren oder geringeren Betrag der einen oder andern der hier in Frage kommenden Stoffe oder Wirkungen. Wo wir eine ungewöhnliche Fruchtbarkeit beobachten, da zeigt sich unmittelbar, daß das Spiel der Lebensthätigkeit aus der gewöhnlichen Bahn der Lebevorgänge abgelenkt ist, und das Umgekehrte gilt, wo Unfruchtbarkeit vorkommt. Wenn die Keime oder Eier, die Samen oder Nachkommen, nachdem sie bereits zum Teil ausgebildet sind, länger oder weniger lang fortleben, so geschieht dies entweder, weil ihre Massen- oder Molekular-Struktur ungleich ist der durchschnittlichen oder weil sie in verschiedener Weise durch die Agentien der Außenwelt beeinflußt worden sind. Wenn das Leben sich länger forterhält, so beweist uns diese Thatsache, daß die das Leben ausmachende Kombination von sichtbaren und unsichtbaren Vorgängen ihr Gleichgewicht länger als gewöhnlich gegenüber der Summe von Kräften der Außenwelt, welche dieses Gleichgewicht zu zerstören streben, sich hat erhalten können. Mit andern Worten: Wachstum, Variation, Überleben, Tod, wenn man sie auf die Formen zurückführen soll, in welchen die physikalischen Wissenschaften sie erkennen können, müssen aufgefaßt werden als bestimmt vorgestellte Wirkungen von gewissen Agentien — von mechanischen Kräften, von Licht, Wärme, chemischer Affinität etc.

Diese allgemeine Folgerung ruft den Gedanken wach, daß die bei Besprechung der organischen Entwickelung üblichen Ausdrücke, wenn sie auch sehr passend erscheinen und sogar notwendig sein mögen, doch

nur zu leicht uns irreleiten können, indem sie die wirklichen Agentien verschleiern. Das was thatsächlich in jedem Organismus vorgeht, ist das Zusammenwirken der Bestandteile in einer Weise, welche die Fortdauer ihrer kombinierten Thätigkeiten bedingt, in Gegenwart von Dingen und Vorgängen außerhalb derselben, von denen einige diese Kombination zu fördern, andere sie zu zerstören geeignet sind. Die Stoffe und Kräfte in diesen beiden Gruppen sind die einzigen Ursachen, die von rechtswegen so genannt werden dürfen. Das Wort »Natürliche Zuchtwahl« drückt denn auch keineswegs eine Ursache in physikalischem Sinne aus. Es bezeichnet eine Art des Zusammenwirkens verschiedener Ursachen — oder vielmehr, um genau zu sprechen, es bezeichnet eine Folge dieser Art des Zusammenwirkens. Die Idee, welche es wachruft, scheint vollkommen verständlich zu sein. Nachdem man die natürliche Zuchtwahl mit der künstlichen Zuchtwahl verglichen und die Analogie zwischen beiden Vorgängen hervorgehoben hat, scheint einem keinerlei Unbestimmtheit mehr darin verborgen zu liegen: — nur ist leider der Übelstand damit verbunden, daß diese Bestimmtheit ganz falscher Art ist. Die Natur, die man hier stillschweigend als auswählendes Agens voraussetzt, ist ja nicht eine verkörperte Kraft, vergleichbar dem Menschen, welcher auf künstlichem Wege Zuchtwahl ausübt, und diese letztere besteht nicht in dem Herauslesen eines genau bezeichneten Individuums, sondern in dem Überwältigtwerden zahlreicher Individuen durch Agentien, denen nur ein einziges erfolgreichen Widerstand leistet und deshalb zu leben und sich fortzupflanzen fortfahren kann. Darwin selbst war sich dieser irreleitenden Nebenbedeutungen wohl bewußt. In der Einleitung zu seinem Buche über »Die Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation« sagt er Seite 7[1]:

»Der Kürze wegen spreche ich zuweilen von der natürlichen Zuchtwahl wie von einem geistigen Vermögen . . . . . Ich habe auch oft das Wort »Natur« personifiziert, denn es ist, wie ich gefunden habe, schwer, diese Zweideutigkeit ganz zu vermeiden; ich verstehe aber unter Natur nur die Gesamtwirkung und das Ergebnis vieler natürlicher Gesetze und unter Gesetz nur die ermittelte Aufeinanderfolge von Erscheinungen.«

Während er aber somit deutlich erkannte und es auch entschieden aussprach, daß die Faktoren der organischen Entwickelung nichts anderes sind als die konkreten inneren und äußeren Einwirkungen, denen jeder Organismus ausgesetzt ist, war Darwin doch, wie ich glaube, durch den fortwährenden Gebrauch dieser bequemen Redefigur verhindert, gewisse fundamentale Folgen dieser Wirkungen in solchem Umfange zu erkennen, wie er es sonst wohl gethan haben würde.

Obgleich der andere Ausdruck, auf welchen ich selbst verfiel, als ich die Erscheinungen eher in buchstäblichen als in metaphorischen Ausdrücken klarzulegen suchte, nämlich »das Überleben des Passendsten«[2], zwar nicht

[1] Wir citieren auch hier wieder stets nach der deutschen Ausgabe der „Gesammelten Werke Darwin's". D. Übers.

[2] Obgleich Darwin diesen Ausdruck billigte und ihn auch gelegentlich verwandte, so nahm er ihn doch nicht zu allgemeinem Gebrauch an, indem er ganz richtig hervorhob, daß der Ausdruck „natürliche Zuchtwahl" in vielen Fällen eben

die Ursache personifiziert und auch nicht geeignet ist, die Art ihres Wirkens irgend einem menschlichen Thun ähnlich erscheinen zu lassen, so kann man doch ebensogut Einwände gegen diesen Ausdruck erheben, denn das erste Wort mahnt in unbestimmter, das zweite in sehr entschiedener Weise an eine anthropozentrische Idee. Der Gedanke an ein Überleben erinnert unvermeidlich an die menschliche Ansicht von gewissen Gruppen von Erscheinungen und läßt nicht den Charakter hervortreten, welchen sie einfach als Gruppen von Veränderungen aufweisen. Wenn wir uns fragen, was wir in Wirklichkeit von einer Pflanze wissen, und nun alle die mit den Worten Leben und Tod verbundenen Ideen ausschließen, so findet sich, daß die einzigen uns bekannten Thatsachen darin bestehen, daß in der Pflanze gewisse wechselseitig von einander abhängige Vorgänge ablaufen in Gegenwart gewisser fördernder und hinderlicher Einflüsse der Außenwelt und daß in manchen Fällen ein Unterschied des Baues oder eine günstige Gruppe von äußeren Umständen diesen wechselseitig abhängigen Prozessen gestattet, länger fortzudauern als in anderen Fällen. Ebenso erkennen wir in dem Zusammenwirken jener vielerlei inneren und äußeren Vorgänge, welche das Leben oder den Tod der Organismen bestimmen, gar nichts, worauf die Worte passend oder unpassend im physikalischen Sinne anwendbar wären. Wenn ein Schlüssel in ein Schloß hineinpaßt oder ein Handschuh auf eine Hand paßt, so läßt sich diese Beziehung der Dinge zu einander der einfachen Wahrnehmung vorführen. Allein ein Organismus, welcher unter gewissen Bedingungen zu leben fortfährt, zeigt doch keinerlei Annäherung an eine »passende« Beschaffenheit dieser Art. Weder die organischen Gebilde selbst noch ihre individuellen Bewegungen noch jene kombinierten Bewegungen gewisser Teile derselben, welche das ganze Handeln ausmachen, stehen irgendwie in ähnlicher Beziehung zu den Dingen und Thätigkeiten in der Außenwelt. Augenscheinlich also ist das Wort »Passendste«, in diesem Sinne gebraucht, wieder nur eine Redefigur, welche an die Thatsache erinnern soll, daß inmitten der Vorgänge der Außenwelt ein durch das Wort bezeichneter Organismus entweder eine größere Fähigkeit als andere seiner Art besitzt, das Gleichgewicht seiner Lebensthätigkeiten aufrecht zu erhalten, oder aber ein so viel bedeutenderes Fortpflanzungsvermögen hat, daß er, obgleich nicht langlebiger als jene, doch in seiner Nachkommenschaft viel länger zu leben fortfährt. Ja es kann, wie wir gerade hier sehen, das Wort »Passendste« auch auf manche Fälle Anwendung finden, in denen sogar eine geringere Fähigkeit als gewöhnlich bestehen mag, als Einzelwesen fortzuleben, in denen aber dieser Mangel mehr als ausgeglichen wird durch einen höheren Grad von Fruchtbarkeit.

Diese Kritik wurde hier in der Absicht dargelegt, um möglichst entschieden das Bedürfnis zu betonen, daß die Veränderungen, welche in organischen Körpern vor sich gegangen sind und beständig vor sich gehen, von einem ausschließlich physikalischen Standpunkt aus unter-

bedeutend bequemer und passender sei. Siehe: Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation, I. Band S. 7 und Entstehung der Arten, S. 83.

sucht werden müssen. Betrachtet man die Thatsachen von diesem Standpunkt aus, so zeigt sich außer jenen besonderen Wirkungen der zusammenwirkenden Kräfte, die zu dem längeren Überleben des einen Individuums gegenüber anderen und zu der daraus entspringenden Steigerung eines gewissen Merkmals, welches sein Überleben förderte, im Laufe der Generationen führen, daß noch viele andere Folgen auftreten, die sich an jedem einzelnen dieser Individuen geltend machen. Körper jeder Klasse und Art, unorganische sowohl wie organische, sind ja in jedem Augenblick den Einflüssen ihrer Umgebung ausgesetzt. Sie sind in jedem Augenblick in Veränderungen begriffen, welche durch diese Einflüsse auf zumeist ganz unwahrnehmbare Weise hervorgerufen wurden, und im Laufe der Zeiten verändern sie sich hierdurch sogar in sehr merklicher Weise. Lebende Dinge ebensogut wie tote Dinge werden also wie gesagt fortwährend beeinflußt und abgeändert und die daraus entspringenden Veränderungen stellen einen höchst wichtigen Teil derjenigen Prozesse dar, die überhaupt im Fortgange der organischen Entwickelung stattfinden. Ich will damit nicht sagen, daß Veränderungen dieser Klasse ganz unbeachtet ablaufen, denn wie wir sehen werden, hat Darwin gewisse sekundäre und eigenartige Vorgänge solcher Art wohl ins Auge gefaßt. Allein die Wirkungen, die man nicht zu berücksichtigen pflegt, sind eben jene primären und universellen Wirkungen, welche allen Organismen gewisse durchgreifende Merkmale verleihen. Die Betrachtung eines Beispiels wird uns am besten darauf vorbereiten, solche Wirkungen richtig abzuschätzen und das Verhältnis zu würdigen, in welchem sie zu jenen Wirkungen stehen, die gegenwärtig fast ausschließlich die Aufmerksamkeit für sich in Anspruch nehmen.

Ein achtsamer Spaziergänger am Meeresstrande kann bald hier bald dort eine Stelle finden, wo das Meer mehr oder weniger ähnliche Dinge abgelagert und sie von unähnlichen Dingen gesondert hat: er wird Geschiebe, von Sand getrennt, größere Steine aus kleineren Steinen herausssortiert antreffen und gelegentlich auch Ablagerungen von Muscheln entdecken, welche durch Hin- und Herrollen mehr oder weniger abgenutzt sind. Manchmal wird er finden, daß die Kiesel oder Geröllsteine, welche das Geschiebe am einen Ende einer Bucht zusammensetzen, viel größer sind als diejenigen am andern Ende, und der Raum zwischen den beiden Extremen wird dann gewöhnlich von mittleren Größen eingenommen, die nur kleine durchschnittliche Unterschiede aufweisen. Ein schönes Beispiel hierfür findet sich, wenn ich mich recht erinnere, eine oder zwei Meilen westlich von Tenby, allein der merkwürdigste und bekannteste Fall dieser Art kommt bei der Bank von Chesil vor. Hier beobachtet man längs eines Küstenstriches von ungefähr 16 (engl.) Meilen Länge eine ganz allmähliche Zunahme in der Größe der Steine, die, am einen Ende lauter kleine Kiesel, am andern bis zu kolossalen Steinblöcken angewachsen sind. In diesem Falle also haben die Brandung und die Unterströmung thatsächlich eine Auswahl oder Zuchtwahl bewirkt: sie haben an jedem einzelnen Punkte jene Steine zurückgelassen, welche zu groß waren, um leicht fortbewegt werden zu können, während die übrigen, die ihrer Kleinheit wegen leichter zu bewegen waren, mit fortge-

nommen wurden. Wenn wir nun aber ausschließlich diese auswählende Thätigkeit des Meeres ins Auge faßten, so würden wir gewiß höchst wichtige Erscheinungen ganz übersehen, die gleichzeitig vom Meere hervorgerufen werden. Denn während die Steine insofern eine sehr verschiedene Einwirkung erfuhren, als die einen hier liegen blieben, die anderen dorthin verschleppt wurden, haben sie doch alle gemeinsam zwei verwandte, aber wohl unterscheidbare Arten von Einwirkungen erfahren. Indem die Wellen sie fortwährend herumrollten und sie gegen einander schlugen, wurden ihre am meisten vorspringenden Teile abgebrochen, so daß sie nun sämtlich eine mehr oder weniger abgerundete Form erhielten; und sodann hat die gleichzeitig bewirkte gegenseitige Reibung der Steine ihre Oberfläche geglättet. Allgemein gesprochen also hat die Thätigkeit der umgebenden Agentien, soweit sie ohne Unterschied auf die Steine wirkten, in diesen eine gewisse Einheit des Charakters hervorgebracht zu derselben Zeit, wo sie durch ihre unterschiedlichen Wirkungen sie von einander sonderten: die größeren haben gewissen gewaltsamen Einwirkungen widerstanden, denen die kleineren nicht zu widerstehen vermochten.

Gleiches gilt nun auch von anderen Gruppen von Gegenständen, die in ihren primären Eigenschaften ähnlich, in ihren sekundären Eigenschaften aber einander unähnlich sind. Wenn sie gleichzeitig derselben Summe von Thätigkeiten ausgesetzt erscheinen, so darf man wohl erwarten, daß einige der letzteren, sobald sie einen bestimmten Stärkegrad erreichen, an einzelnen besonderen Gliedern der ganzen Gruppe Veränderungen hervorrufen werden, welche sie nicht bei jenen hervorrufen können, die erheblich von ihnen verschieden sind, während wieder andere dieser Thätigkeiten bei ihnen allen Veränderungen erzeugen werden, eben wegen der gleichförmigen Beziehungen zwischen diesen Thätigkeiten und gewissen, allen Gliedern der Gruppe gemeinsamen Attributen. Demnach läßt sich annehmen, daß bei lebenden Organismen, welche ja auch eine große Gruppe solcher Art darstellen und welche unaufhörlich gemeinsam den ihre unorganische Außenwelt darstellenden Agentien ausgesetzt sind, auch zwei solche Gruppen von Wirkungen sich geltend machen müssen. Es wird sich eine universelle Ähnlichkeit unter ihnen herausstellen, welche die Folge ist der Ähnlichkeit ihrer jeweiligen Beziehungen zu den Stoffen und Kräften ihrer Umgebung, und es werden sich in vielen Fällen Verschiedenheiten ausbilden, infolge der unterschiedlichen Wirkungen dieser Stoffe und Kräfte, und in anderen Fällen wird es zu Veränderungen kommen, die, da sie entweder der Erhaltung des Lebens förderlich oder diesem nachteilig sind, schließlich zu bestimmten Formen der natürlichen Zuchtwahl führen werden.

Ich habe oben schon im Vorbeigehen auf die Thatsache hingedeutet, daß Darwin nicht verfehlt hat, einige dieser unmittelbar auf die Organismen durch die unorganischen Agentien der Außenwelt ausgeübten Wirkungen gebührend zu berücksichtigen. Es mögen hier einige Stellen aus seinem Buche über die Entstehung der Arten folgen, welche dies beweisen.

»Inwieweit Verschiedenheiten der äußeren Bedingungen, wie Klima,

Nahrung u. s. w. in einer bestimmten Weise eingewirkt haben, ist sehr schwer zu entscheiden. Wir haben Grund zu glauben, daß im Laufe der Zeit die Wirkungen größer gewesen sind, als es durch irgend welche bestimmte Belege als wirklich geschehen nachgewiesen werden kann. .... Mr. Gould glaubt, daß Vögel derselben Art in einer stets heitern Atmosphäre glänzender gefärbt sind, als wenn sie auf einer Insel oder in der Nähe der Küste leben. So ist auch Wollaston überzeugt, daß der Aufenthalt in der Nähe des Meeres Einfluß auf die Farbe der Insekten habe. Moquin-Tandon gibt eine Liste von Pflanzen, welche an der Seeküste mehr oder weniger fleischige Blätter bekommen, wenn sie auch landeinwärts nicht fleischig sind« (S. 158). »Manche Forscher sind überzeugt, daß ein feuchtes Klima das Wachstum des Haares beeinflußt und daß die Hörner in Korrelation mit dem Haare stehen« (S. 227).

In seinem späteren Werke über die Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation anerkennt Darwin diese Ursachen der Abänderung in der Organisation noch klarer. Ein ganzes Kapitel ist diesem Gegenstande gewidmet. Nachdem er vorausgeschickt, daß »die unmittelbare Einwirkung veränderter Lebensverhältnisse, mögen sie zu bestimmten oder zu unbestimmten Ergebnissen führen, eine von den Wirkungen der natürlichen Zuchtwahl ganz gesonderte Betrachtung verlangt«, kommt er zu dem Ausspruche, daß veränderte Lebensbedingungen »so entschieden und so mächtig auf die Organisation unserer domestizierten Erzeugnisse eingewirkt haben, daß dies schon genügte, um neue Untervarietäten oder Rassen zu bilden, ohne Mithilfe der Zuchtwahl durch den Menschen oder der natürlichen Zuchtwahl« (Bd. II. S. 287). Von seinen Beispielen seien hier zwei angeführt.

»Ich habe im neunten Kapitel ausführlich den merkwürdigsten mir bekannten Fall erörtert, daß nämlich in Deutschland verschiedene Varietäten des Mais, die aus den wärmeren Teilen Amerikas nach Deutschland gebracht worden waren, sich im Laufe von nur zwei oder drei Generationen bedeutend umgewandelt haben« (II. Bd., S. 293).

Und in dem genannten neunten Kapitel, welches diese und andere ähnliche Beispiele behandelt, sagt er: »Manche der im vorstehenden erwähnten Unterschiede würde man sicherlich bei im Naturzustande befindlichen Pflanzen als solche von spezifischem Werte ansehen« (I. Bd. S. 354).

»Herr Meehan hat in einer bemerkenswerten Abhandlung 29 Sorten von amerikanischen Bäumen, welche verschiedenen Ordnungen angehören, mit ihren nächsten europäischen Verwandten verglichen, die alle in dichtester Nachbarschaft in einem und demselben Garten und unter so nahe wie möglich denselben Bedingungen wuchsen.« Und nachdem er sodann sechs Eigentümlichkeiten aufgezählt, in welchen die amerikanischen Formen durchweg auf ähnliche Weise sich von den mit ihnen verwandten europäischen Formen unterscheiden, erklärt Darwin, es bleibe kaum etwas anderes übrig als anzunehmen, daß diese Verschiedenheiten »entschieden hervorgerufen worden seien durch die lange fortgesetzte Einwirkung des verschiedenen Klimas der beiden Kontinente auf die Bäume« (II. Bd. S. 298 u. 299).

Bei alledem bleibt aber wohl zu beachten, daß, wenn auch Darwin somit die auf besonderen Graden und Kombinationen der Agentien der Außenwelt beruhenden speziellen Folgen wohl in Betracht zog, er doch nicht die noch viel wichtigeren Folgen berücksichtigt hat, welche auf der allgemeinen und konstanten Einwirkung dieser Agentien beruhen[1].

Wenn ein Unterschied zwischen den Quantitäten einer Kraft, die auf zwei Organismen einwirkt, welche im übrigen einander gleich und auch sonst unter ähnliche Bedingungen gestellt sind, eine Verschiedenheit zwischen ihnen hervorruft, dann ist daraus zugleich zu entnehmen, daß dieselbe Kraft in ihnen beiden auch Wirkungen erzeugt, welche sie gemeinsam aufweisen. Die Ungleichheit zwischen zwei Dingen kann nicht einen bestimmten Wert erreichen, sofern nicht die Dinge selbst ihren Wert haben. Ganz ebenso, wenn in zwei verschiedenen Fällen eine gewisse Ungleichheit des Betrags zwischen den unorganischen Agentien der Außenwelt, denen zwei Pflanzen oder zwei Tiere ausgesetzt sind, eine entsprechende Ungleichheit in den an ihnen erzeugten Veränderungen bewirkt, so folgt daraus, daß diese Agentien jedes für sich genommen in beiden auch gewisse Veränderungen hervorrufen werden. Also müssen wir annehmen, daß alle Organismen gewisse Struktureigentümlichkeiten gemeinsam haben werden, welche die Folge der Einwirkung des Mediums sind, in dem sie existieren — wobei wir das Wort Medium in ganz umfassendem Sinne verwenden und alle sie treffenden physikalischen Kräfte sowohl wie die sie umgebenden Stoffe darunter begreifen. Und es ist wohl anzunehmen, daß aus den so erzeugten primären Eigenschaften hinwiederum sekundäre Eigenschaften entstehen werden.

Bevor ich dazu übergehe, jene allgemeinen Merkmale der Organismen zu schildern, welche auf der allgemeinen Einwirkung der unorganischen Außenwelt auf sie beruhen, fühle ich mich fast versucht, noch etwas bei den Wirkungen zu verweilen, welche eine jede der verschiedenen Kräfte und Materien, aus denen die Außenwelt sich zusammensetzt, auf jene ausübt. Ich würde dies nicht bloß deswegen gerne thun, um eine klare vorläufige Vorstellung von der Art und Weise zu geben, in

[1] Es ist allerdings richtig, daß Darwin, obgleich er diese Wirkungen nicht ausdrücklich eingestand, sie auch nicht abgeleugnet hat. In seinen „Tieren und Pflanzen im Zustande der Domestikation“ (II. Bd. S. 298) verweist er auf mehrere Kapitel in meinen „Prinzipien der Biologie“, in denen ich diese allgemeine Wechselwirkung des Mediums und des Organismus besprochen und derselben gewisse höchst allgemeine Merkmale zugeschrieben habe. Allein obgleich er sich hier so ausdrückt, daß daraus wohl eine zustimmende Haltung gegenüber meiner Beweisführung entnommen werden kann, so hat er sich diese Folgerung doch nicht in dem Maße zu eigen gemacht, um diesem Faktor irgend welchen wesentlichen Anteil an der Erzeugung von organischen Gebilden zuzugestehen — geschweige denn jenen großartigen Anteil, den ich ihm zuschreiben zu müssen glaube. Ich habe damals und bis in die jüngste Zeit selber noch nicht erkannt, wie ausgedehnt und tiefgreifend die Einflüsse auf die Organisation gewesen sind, welche sich, wie gleich gezeigt werden wird, bis auf die frühesten Wirkungen dieser fundamentalen Beziehung zwischen dem Organismus und seiner Außenwelt zurückführen lassen. Es mag noch auf meinen Aufsatz über „Transcendentale Physiologie“, der im Jahre 1857 zum erstenmale erschien, verwiesen werden, in welchem der Gedankengang, dem wir hier in seinen weiteren Folgerungen nachgehen wollen zuerst ausgesprochen wurde.

welcher alle Organismen durch diese überall gegenwärtigen Agentien beeinflußt werden, sondern auch um zu zeigen, daß diese Agentien erstens die unorganischen Körper ebensowohl wie die organischen verändern, und daß zweitens die organischen außerordentlich viel stärker durch sie verändert werden als die unorganischen. Allein um eine ungehörige Hinausschiebung des ganzen Beweises zu vermeiden, begnüge ich mich hier mit dem kurzen Satze, daß, wenn man die Einzelwirkungen der Schwerkraft, der Wärme, des Lichts etc. ebenso wie die Einzelwirkungen physikalischer und chemischer Art der die Medien, das Wasser und die Luft bildenden Stoffe genau studieren wollte, man leicht finden würde, daß eine jede, während sie mehr oder weniger auf alle Körper Einfluß hat, doch die organischen Körper in unvergleichlich viel stärkerem Maße verändert, als dies jemals bei unorganischen Körpern der Fall ist.

Sehen wir also hier von einer Unterscheidung zwischen den besonderen Wirkungen ab, welche diese mannigfaltigen Kräfte und Stoffe der Außenwelt in den beiderlei Klassen von Körpern hervorrufen, und betrachten wir nur ihre kombinierten Wirkungen, so ist zunächst zu fragen: welches ist das allgemeinste Merkmal solcher Wirkungen?

Offenbar ist das allgemeinste Merkmal der höhere Grad von Veränderung, welchen die äußere Oberfläche im Vergleich zu der inneren Masse erleidet. Soweit die Stoffe, aus denen das Medium sich zusammensetzt, ins Spiel treten, ergibt sich ganz von selbst aus dem Gesagten, daß dieselben stärker auf die ihrer Thätigkeit unmittelbar ausgesetzten Teile als auf die vor ihnen geschützten Partien einwirken werden. Und soweit es sich um die das Medium durchdringenden Kräfte handelt, ist ebenfalls einleuchtend, daß, mit Ausschluß der Schwerkraft, welche äußere und innere Teile unterschiedslos gleichmäßig betrifft, die äußeren Teile jedenfalls einen größeren Betrag ihrer Einwirkungen auszuhalten haben. Was die Wärme betrifft, so muß die Außenfläche dieselbe rascher verlieren oder solche rascher von außen aufnehmen als die innere Masse, und in einem Medium, das bald wärmer, bald kälter ist, werden die beiden erwähnten Teile gewöhnlich in gewissem Grad hinsichtlich ihrer Temperatur von einander abweichen, mindestens da, wo der Körper selbst ansehnlich groß ist. Fragen wir nach dem Verhalten des Lichts, so ist klar, daß in allen nicht absolut durchsichtigen Massen die äußeren Teile mehr unter dem Einflusse der Veränderungen stehen werden, welche dasselbe überhaupt ausüben kann, als die inneren Teile — vorausgesetzt daß die übrigen Verhältnisse gleich seien, womit ich sagen will: vorausgesetzt daß der Fall nicht etwa durch konvexe Gebilde der äußeren Oberfläche kompliziert erscheint, welche die Strahlen nach innen konzentrieren würden. Allgemein gesprochen zeigt sich uns also, daß die primäre und nahezu universelle Wirkung des Wechselverkehrs zwischen dem Körper und seinem Medium notwendigerweise darin besteht, seine Außenfläche von seinem Inneren zu differenzieren. Ich sage nahezu universell, weil da, wo der Körper sowohl in mechänischem als in chemischem Sinne völlig stabil ist, wie z. B. ein Bergkrystall, das Medium zumeist weder innere noch äußere Veränderungen zu bewirken im stande sein wird.

Von den bei unorganischen Körpern vorkommenden Beispielen bietet sich ein sehr passendes dar, wenn wir eine alte Kanonenkugel betrachten, die lange im Freien gelegen hat. Sie ist umhüllt von einer Rinde von Rost, der aus lauter übereinander geschichteten Blättern besteht, und diese Rinde verdickt sich Jahr für Jahr, bis sie etwa eine Dicke erreicht, bei welcher ihr Äußeres durch Regen und Wind ungefähr ebenso viel jedesmal verliert, als sie an ihrer inneren Seite durch weitere Oxydation des Eisens zunimmt. Die meisten mineralischen Massen — Kieselsteine, Geröllmassen, Felsen — wenn sie überhaupt irgend eine Einwirkung der Außenwelt erkennen lassen, verraten dieselbe nur durch jene Disintegration der Oberfläche, welche infolge des Gefrierens von absorbiertem Wasser eintritt: eine Wirkung, die, obgleich eher mechanischer als chemischer Natur, doch ebensogut die allgemeine Wahrheit erläutert. Auf solche Weise kommt bekanntlich manchmal ein sogenannter »Schaukelstein« zu stande. Es bilden sich zahlreiche Schichten von verhältnismäßig leichter zerreiblicher Beschaffenheit, die jeweils in den am stärksten ausgesetzten Teilen dicker sind und mit der Zeit durch Verwitterung wieder beseitigt werden, wobei die innere Masse dann in immer mehr abgerundeter Gestalt übrig bleibt, bis sie schließlich, auf ihrer konvexen Unterfläche ruhend, sich leicht in Bewegung setzen läßt. Das merkwürdigste unter allen solchen Beispielen ist vielleicht am westlichen Ufer des Nils bei Philä zu sehen, wo ein Granitkamm von 100 Fuß Höhe in seinen äußeren Partien im Laufe der Zeit sich zu einem Haufwerke von geröllsteinähnlichen Massen umgewandelt hat, die von etwa einer Elle bis zu sechs oder acht Fuß Durchmesser variieren und sämtlich erkennen lassen, wie diese Abblätterung von nach einander gebildeten Schalen des zersetzten Granits vor sich geht: bei den meisten dieser Massen sind Stücke solcher Schalen schon ganz abgelöst.

Wenn nun unorganische Massen von verhältnismäßig so beständiger Zusammensetzung in solcher Weise ihre äußeren Teile von dem Inneren differenziert zeigen, was werden wir bei organischen Massen erwarten dürfen, welche sich durch so außerordentliche chemische Unbeständigkeit auszeichnen? — eine Unbeständigkeit, die so groß ist, daß ja ihr wichtigster Bestandteil Protein genannt wurde, um eben die Leichtigkeit anzudeuten, mit welcher er von einer isomerischen Form in die andere übergeht. Es ist offenbar der Schluß nicht zu umgehen, daß diese Wirkung des Mediums sich unzweifelhaft und rasch bemerkbar machen muß, wo immer die Beziehung von außen und innen bereits bestimmt ausgeprägt ist: ein einschränkender Zusatz, dessen Notwendigkeit sich in Kürze herausstellen wird.

Beginnen wir mit den einfachsten und kleinsten Arten lebender Wesen, so hat es natürlich gewisse Schwierigkeiten, direkte Beweise zu finden, da von den zahllosen gegenwärtig existierenden Arten wohl fast alle während Millionen und aber Millionen von Jahren dem Entwickelungsprozeß unterworfen gewesen sind, wobei ihre ursprünglichen Merkmale durch jene endlosen sekundären Eigentümlichkeiten, welche die natürliche Auswahl günstiger Variationen erzeugt hat, ganz bedeutend ver-

wickelt und verdunkelt worden sind. Unter den Protophyten brauchen wir nur an die große Menge der Varietäten von Diatomeen und Desmidieen mit ihren wundervoll gebauten Hüllen zu erinnern oder an die bestimmt ausgeprägten Wachstumsformen und Vermehrungsweisen bei so einfachen Algen, wie es die Konjugaten sind, um uns zu überzeugen, daß die meisten ihrer auszeichnenden Charaktere auf vererbten Konstitutionseigentümlichkeiten beruhen, welche ganz allmählich durch Überleben der passendsten Individuen für diese oder jene Lebensweise umgebildet worden sind. Es wäre daher kaum möglich, denjenigen Teil ihrer Entwickelungsveränderungen, welcher auf der Einwirkung des äußeren Mediums beruht, daraus herauszulösen. Wir dürfen nur eine allgemeine Vorstellung von demselben zu gewinnen hoffen, indem wir die Gesamtheit der Thatsachen ins Auge fassen.

Die erste wesentlichste Thatsache ist die, daß alle Protophyten aus Zellen bestehen: alle zeigen uns diesen Gegensatz zwischen der Außenseite und der Innenseite. Denken wir uns die unzähligen Besonderheiten der Hülle in den verschiedenen Ordnungen und Gattungen der Protophyten einander gegenübergestellt und gegenseitig ausgeglichen, so bleibt doch ein allen gemeinsamer Zug übrig, nämlich eine Hülle, unterschieden von dem, was sie einhüllt. Die zweite wesentliche Thatsache ist die, daß dieses einfache Merkmal zugleich das bei Keimen oder Sporen oder andern Teilen, aus welchen neue Individuen hervorgehen sollen, am frühesten sich darbietende Merkmal ist und daß demzufolge auch angenommen werden muß, dasselbe sei in den ältesten Zeiten schon vorhanden gewesen. Denn es ist ein feststehender Satz der organischen Entwickelung, daß die Embryonen uns in den allgemeinsten Zügen die Formen ihrer entfernteren Vorfahren darbieten und daß demgemäß die ersten an ihnen ablaufenden Veränderungen mehr oder weniger deutlich auf die ersten Veränderungen zurückweisen, die in jener Formenreihe stattfanden, durch welche die heute lebende Form allmählich erreicht worden ist. Von den niedersten Algen nun sagt Sachs[1] in dem Kapitel, wo er die ersten Umgestaltungen dieser primitiven Einheiten in den verschiedenen Pflanzengruppen bespricht: »Der konjugierte Protoplasmakörper umgibt sich mit einer Zellwandung« (S. 10); »in den Sporen der Moose und der Gefäßkryptogamen« und ebenso in »den Pollenkörnern der Phanerogamen« ..... »zerfällt der Protoplasmakörper der Mutterzelle in vier Stücke, welche sich rasch abrunden und zusammenziehen und erst nach vollständiger Trennung von einer Zellhaut umhüllt werden« (S. 13, 14); bei den Equisetaceen sind »die jungen Sporen, nachdem sie sich eben getrennt haben, noch nackt, aber bald umhüllen sie sich mit einer Zellhaut« (S. 15); und bei den höheren Pflanzen, wie z. B. bei der Pollenbildung vieler Dikotyledonen, »sondern die sich zusammenziehenden Tochterzellen schon während ihrer Trennung Zellstoff aus« (S. 15). Hier liegt also, auf welche Weise wir auch die Vorgänge erklären mögen, die Thatsache vor, daß sehr rasch aus der im Innern enthaltenen Masse eine von ihr verschiedene Außenschicht hervorgeht.

[1] Lehrbuch der Botanik etc. von Dr. Julius Sachs. Leipzig, W. Engelmann. 1868.

Allein den bedeutsamsten Beleg liefern uns »die Massen von Protoplasma, welche aus den verletzten Schläuchen der *Vaucheria* ins Wasser entleert werden: oft runden sich dieselben augenblicklich zu kugeligen Körpern ab« und »das hyaline Protoplasma umhüllt das Ganze wie eine Art Haut« (Seite 43), welche »dichter ist als die innere wasserreichere Substanz«. Da das Protoplasma in diesem Falle nur einen Teil des Ganzen bildet und dem Einflusse der erzeugenden Zelle entzogen ist, so kann man diesen Differenzierungsprozeß kaum als etwas anderes auffassen denn als Wirkung der physikalisch-chemischen Kräfte: ein Schluß, den auch die Angabe von Sachs zu stützen scheint, daß »nicht bloß jede Vakuole in einem soliden Protoplasmakörper, sondern auch jeder einzelne Protoplasmafaden, welcher die Safthöhle durchzieht, und schließlich auch die Innenseite des Protoplasmasackes, der die Safthöhle umgibt, sämtlich von einer Hautschicht begrenzt sind« (S. 44). Wenn denn also »jedes Teilchen eines Protoplasmakörpers sich unmittelbar, sobald es isoliert wird, mit einer solchen Hautschicht umgibt«, die in allen Fällen, wie wir gesehen haben, an der Berührungsfläche mit dem Saft oder dem Wasser entsteht, so muß diese primäre Differenzierung eines Außen von einem Innen sicherlich der direkten Wirkung des äußeren Mediums zugeschrieben werden. Ob die so hervorgerufene Hülle durch das Protoplasma ausgesondert wird oder ob, was noch wahrscheinlicher ist, sie durch Umwandlung des letzteren entsteht, kommt für unsere Frage gar nicht in Betracht. Auf alle Fälle verursacht die Einwirkung des Mediums ihre Bildung und im einen wie im anderen Falle müssen die zahlreichen, mannigfaltigen und verwickelten Differenzierungen, welche die ausgebildeten Zellwandungen darbieten, betrachtet werden als aus jenen Variationen dieser auf physikalischem Wege erzeugten Umhüllung entspringend, deren sich die natürliche Zuchtwahl mit Vorteil bemächtigen konnte.

Das in einer pflanzlichen Zelle enthaltene Protoplasma, welches Selbstbeweglichkeit besitzt und, wenn es frei gemacht wird, manchmal eine Zeitlang amöbenartige Bewegungen ausführt, kann als eine gefangene Amöbe betrachtet werden, und wenn wir uns nun von einem solchen Wesen zu einer freien Amöbe wenden, welche eine der einfachsten Formen der niedrigsten Tiere oder der Protozoen darstellt, so begegnen wir natürlich ganz ähnlichen Erscheinungen. Hier interessiert uns vor allem die allgemeine Eigentümlichkeit, daß, solange ihre plastische oder halbflüssige Sarkode fortfährt, auf unregelmäßige Weise bald diesen, bald jenen Teil ihrer Peripherie vorzustrecken und ebenso bald den einen, bald den andern dieser nur vorübergehend existierenden Fortsätze wieder ins Innere hineinzuziehen, manchmal vielleicht nachdem ein kleines Nahrungspartikelchen daran befestigt worden war, stets nur eine undeutliche Differenzierung des Außen vom Innen besteht (eine Thatsache, die auch durch das häufige Verschmelzen der Pseudopodien bei den Rhizopoden bewiesen wird), daß aber, wenn sie schließlich zur Ruhe kommt, die Oberfläche sich entschieden von dem Inhalte differenziert. Dieser Übergang zum eingekapselten Zustand, der ohne Zweifel der Hauptsache nach auf ererbter Neigung beruht, wird doch entschieden durch die Einwirkung des äußeren Mediums gefördert und ist wahrscheinlich seinerzeit

überhaupt durch dieselbe erst veranlaßt worden. Der Zusammenhang zwischen einer Konstanz der relativen Lagebeziehungen der Teile der Sarkode zu einander und dem Auftreten eines Gegensatzes zwischen oberflächlichen und zentralen Teilen tritt vielleicht am deutlichsten hervor bei den einfachsten und kleinsten infusorienartigen Wesen, bei den Monadinen. Die Gattung *Monas* wird von Kent beschrieben als »plastisch und unbeständig in ihrer Form, ohne deutliche kutikulare Umhüllung; .... die Nährsubstanzen werden an jeder möglichen Stelle der Peripherie aufgenommen«[1], und von der Gattung *Scytomonas* sagt er: »Sie unterscheidet sich von *Monas* nur durch ihre unveränderliche Gestalt und die damit verbundene größere Starrheit der peripherischen oder der Ektoplasma-Schicht.[2]« Er beschreibt dann solche niedrige Formen im allgemeinen, von denen manche weder einen Kern noch eine Vakuole besitzen sollen, und fügt hinzu, daß bei etwas höher stehenden Typen »der äußere oder peripherische Rand der Protoplasmamasse, ohne daß er den Charakter einer besonderen Zellwand oder einer sogenannten Cuticula annähme, doch im Vergleich zu der inneren Substanz jener Masse einen etwas solideren Typus der Zusammensetzung darbietet«[3]. Und es heißt da ferner, daß diese Formen mit so wenig differenzierter Außenmasse, »obgleich sie in der Regel eine mehr oder weniger charakteristische normale äußere Form darbieten, doch scheinbar willkürlich in ein pseudoamöboides und kriechendes Stadium zurückkehren können»[4]. Dies ist also eine ganze Reihe von Hinweisen auf die Wahrheit, daß die dauernde Außenlage eines bestimmten Teiles der Körpersubstanz stets die Umformung desselben in eine von der darin enthaltenen Masse verschiedene Hülle zur Folge hat. Unbestimmt und strukturlos bei den einfachsten dieser Formen, wie sie uns abermals die Gregarinen darbieten[5], erhält die Grenzmembran bei den höheren Infusorien eine bestimmte und oft sehr verwickelte Beschaffenheit, was deutlich zeigt, daß hier die Auswahl günstiger Variationen bereits einen wesentlichen Einfluß bei ihrer Bildung ausgeübt hat. Bei anderen Typen, wie z. B. den Foraminiferen, welche, obgleich sie im Innern beinahe strukturlos erscheinen, doch Kalkschalen aussondern, ist es einleuchtend genug, daß die Natur dieser äußeren Schicht durch die ererbte Konstitution bestimmt wird. Allein die Anerkennung dieser Thatsache ist sehr wohl mit der Ansicht vereinbar, daß die Einwirkung des äußeren Mediums den Anlaß zur Entstehung dieser äußeren Schicht gab, so sehr dieselbe auch jetzt spezialisiert sein mag, und daß selbst heute noch die Berührung mit dem Medium zur Aussonderung dieser Hülle den Anstoß gibt.

Solange der hiermit erreichte Schluß, wie wir ihn oben begründet haben, sich auf einen bestimmten gemeinsamen Charakter jener winzig kleinen Organismen beschränkt, die zumeist unterhalb des Bereichs des

[1] A Manual of the Infusoria, by W. Saville Kent. Vol. I p. 232.
[2] Ibid. Vol. I p. 241.
[3] Kent. Vol. I p. 56.
[4] Ibid. Vol. I p. 57.
[5] The Elements of Comparative Anatomy, by T. H. Huxley, p. 7—9.

unbewaffneten Auges bleiben, erscheint derselbe ziemlich bedeutungslos. Allein er gewinnt an Wichtigkeit, sobald wir auf ein weiteres Gebiet übergehen und die direkten und indirekten Folgeerscheinungen beobachten, welche bei Pflanzen und Tieren von erheblicher Größe zum Vorschein kommen.

Die populären naturwissenschaftlichen Schilderungen haben die Mehrzahl der Leser wohl hinlänglich mit einem gewissen fundamentalen Merkmale der sie umgebenden Lebewesen bekannt gemacht, so daß sie nun gar nicht mehr merken, eine wie wunderbare Erscheinung dies ist und wie durchaus geheimnisvoll dieselbe bleibt, solange sie nicht durch die Theorie der Entwickelung erläutert wird. In früheren Zeiten war die Vorstellung von einer gewöhnlichen Pflanze oder einem Tiere, welche nicht nur in weiteren Kreisen, sondern auch bei den unterrichtetsten Forschern vorherrschte, durchaus die, daß dieselben je ein einziges in sich zusammenhängendes Wesen bilden. Ein solches Lebewesen wurde ohne Bedenken so aufgefaßt, als sei es in jeder Hinsicht eine Einheit. Es mochte wohl verschiedene Teile haben von mannigfaltiger Größe, Form und Zusammensetzung, allein diese waren doch nur Bestandteile eines großen Ganzen, das von Anfang an seiner eigentlichsten Natur nach ein Ganzes gewesen ist. Selbst vor fünfzig Jahren noch wäre den Naturforschern die Behauptung, daß ein Kohlkopf oder eine Kuh, obgleich sie in gewissem Sinne je ein Ganzes bilden, in einem andern Sinne doch als gewaltige Gesellschaften von winzig kleinen Individuen aufzufassen seien, die ein jedes in höherem oder geringerem Maße für sich fortleben und von denen eine Anzahl sogar ihr selbständiges Leben ziemlich uneingeschränkt erhalten, als der größte Unsinn erschienen. Allein dieser Satz, der gleich so vielen von der Wissenschaft festgestellten Wahrheiten jenem gemeinen Menschenverstand, auf den die Mehrzahl der Leute so großes Vertrauen setzt, schnurstracks zuwider läuft, hat sich nach und nach zu immer größerer Klarheit emporgerungen seit den Tagen, da Leeuwenhoeck und seine Zeitgenossen durch ihre Linsen den feineren Aufbau der gewöhnlichen Pflanzen und Tiere zu untersuchen begonnen haben. Jede einzelne Verbesserung des Mikroskops hat nicht bloß unsere Kenntnis der oben beschriebenen kleinsten Lebensformen erweitert, sondern auch fernere Beweise der Thatsache enthüllt, daß alle größeren Organismen aus lauter solchen Einheiten bestehen, welche sämtlich in ihren wesentlichsten Zügen mit jenen kleinsten Lebensformen nahe verwandt sind. Obgleich die Zellenlehre, wie sie seinerzeit von Schwann und Schleiden formuliert worden war, bedeutende Umgestaltungen und Einschränkungen hat erfahren müssen, so ist doch keine dieser Änderungen von der Art gewesen, daß sie dem allgemeinen Satze widerspräche, daß Organismen, die dem unbewaffneten Auge sichtbar sind, stets sich aus »unsichtbaren« Organismen zusammensetzen — wobei ich dieses Wort in seinem umfassendsten Sinne gebrauche. Und verfolgt man die Entwickelung irgend eines Tieres, so findet man, daß dasselbe, nachdem es zuerst eine kernhaltige Zelle dargestellt hat und nachher durch spontane Teilung zu einem Haufen von kernhaltigen Zellen geworden ist, eine Reihe von weiteren Entwickelungsstufen durchläuft, um aus lauter solchen

Zellen, die sich fortwährend vermehren und in der mannigfaltigsten Weise umgestalten, die verschiedenen Gewebe und Organe zu bilden, aus denen dann das erwachsene Tier sich zusammensetzt.

Auf Grund der Entwickelungshypothese brauchen wir auch diese universelle Erscheinung nicht mehr als eine höchst wunderbare, aber bedeutungslose Thatsache einfach hinzunehmen. Wir dürfen sie vielmehr auffassen als Beweis dafür, daß sämtliche sichtbaren Lebensformen aus Vereinigungen der unsichtbaren Formen bestehen, welche eben, statt unmittelbar nachdem sie sich geteilt auseinander zu gehen, miteinander verbunden geblieben sind. Es sind uns auch mehrere Zwischenstufen wohl bekannt. Unter den Pflanzen zeigen uns diejenigen vom Typus des *Volvox* eine so schwache Kombination der das Ganze zusammensetzenden Protophyten, daß jedes einzelne der letzteren sein Leben fortführt, ohne dem Leben der ganzen Gruppe in irgend wahrnehmbarer Weise untergeordnet zu sein. Und bei den Tieren tritt eine entsprechende Beziehung zwischen dem Leben der Einheiten und dem Leben der ganzen Gruppe etwa bei *Uroglena* und *Synerypta* hervor. Von diesen ersten Stufen an aufwärts läßt sich nun durch immer höhere Typen hindurch eine stets zunehmende Unterordnung der Einheiten unter das ganze Aggregat verfolgen, obgleich diese Unterordnung ihnen immer noch ein sehr beträchtliches Maß von individueller Thätigkeit gestattet. Indem sie diese Thatsache mit den Erscheinungen in Verbindung bringen, welche die Zellenvermehrung und Aneinanderlagerung in jedem sich entwickelnden Keime darbieten, sind die Naturforscher nun wohl allgemein zu dem Schlusse gelangt, daß durch einen solchen Vorgang der Zusammensetzung sich aus den Protozoen heraus alle Klassen der Metazoen[1] (wie man die durch solche Zusammensetzung gebildeten Tiere heutzutage nennt) und auf ähnliche Weise aus den Protophyten sich alle Klassen jener Abteilung entwickelt hätten, die man, wie ich mir denke, wohl Metaphyten nennen wird, obgleich das Wort bis jetzt noch nicht in Aufnahme gekommen zu sein scheint.

Welches ist nun die allgemeine Bedeutung dieser Wahrheiten, wenn wir sie in Zusammenhang bringen mit dem im letzten Abschnitt erreichten Schlusse? Es ist die, daß dieses allgemeine Merkmal der Metazoen und Metaphyten auf Rechnung der ursprünglichen Einwirkung und Rückwirkung zwischen dem Organismus und seinem Medium gesetzt werden muß. Die Thätigkeit jener Kräfte, welche die primäre Differenzierung eines Außen vom Innen bei den frühesten winzigen Protoplasmamassen hervorriefen, hat zugleich diesen allgemeinen zelligen Aufbau sämtlicher pflanzlichen und tierischen Embryonen und damit auch die entsprechende zellige Zusammensetzung der aus denselben hervorgehenden erwachsenen Formen im voraus bestimmt. Wie unvermeidlich diese Folgerung ist, wird sich zeigen, wenn wir ein bereits angezogenes Beispiel noch etwas weiter verfolgen — nämlich jene mit Geschiebe bedeckte Uferstrecke, deren Geröllsteine in manchen Fällen eine Auswahl

[1] Vergl. Handbuch der Vergleichenden Embryologie, von F. M. Balfour. Deutsch von B. Vetter. Jena, 1881. II. Bd. Kap. 13.

erfahren haben, in allen Fällen aber abgerundet und geglättet worden sind. Denken wir uns, daß eine Schicht solchen Gerölles, wie man es ja oft beobachten kann, sich zugleich mit dazwischen gelagertem Material zu einem Konglomerat verhärte. Was wäre in diesem Falle als der wesentlichste Charakter eines solchen Konglomerats zu betrachten, oder vielmehr: was müssen wir als die wesentlichste Ursache seiner auszeichnenden Merkmale hinstellen? Offenbar die Thätigkeit des Meeres. Ohne die Brandung kein Gerölle, ohne das Gerölle kein Konglomerat. Ebenso hätte also auch in Ermangelung jener Thätigkeit des äußeren Mediums, durch welche die Differenzierung von Außen und Innen bei jenen mikroskopischen Protoplasmastückchen, welche die ursprünglichsten und einfachsten Pflanzen und Tiere darstellten, bewirkt worden ist, nicht dieser wichtigste Charakter des Aufbaues zu stande kommen können, den sämtliche höheren Tiere und Pflanzen uns darbieten.

Eine wie wichtige Rolle also auch die natürliche Zuchtwahl sowohl bei dem Umgestalten als bei dem Ausprägen der ursprünglichen Einheiten gespielt hat, — in wie hohem Maße auch das Überleben des Passendsten wirksam gewesen sein mag bei der Förderung und Bestimmung des Zusammentretens dieser Einheiten zu sichtbaren Organismen und schließlich zu Formen von ansehnlicher Größe, so müssen wir doch der unmittelbaren Einwirkung des äußeren Mediums auf die ersten Lebensformen denjenigen Charakterzug zuschreiben, welchen dann erst dieser überall wirksame Faktor verwenden und ausnutzen konnte.

Gehen wir nun zu einem anderen und noch auffallenderen Attribute der höheren Organismen über, für welches gleichfalls dieselbe allgemeine Ursache besteht. Beachten wir, wie auf höherer Stufe diese Differenzierung des Außen vom Innen wiederkehrt — wie dieses primäre Merkmal der lebenden Einheiten, mit welchen das Leben überhaupt beginnt, abermals als primäres Merkmal bei jenen Aggregaten solcher Einheiten wiederkehrt, welche sichtbare Organismen darstellen.

Wir erkennen dies in seiner einfachsten und am wenigsten mißzuverstehenden Form bei den frühesten Veränderungen eines sich entwickelnden Eies von ursprünglichem Typus. Die einfache befruchtete Zelle vermehrt sich zunächst durch spontane Teilung und bildet einen Haufen solcher Zellen, an welchen sich nun ein Gegensatz zwischen Peripherie und Zentrum auszuprägen beginnt, und bald ist daraus eine Kugel hervorgegangen, die aus einer oberflächlichen Schicht und einer von ihr verschiedenen Innenmasse besteht. Die nächstfolgende Veränderung ist dann das Auftreten eines Gegensatzes zwischen jenem äußeren Teil, welcher den unmittelbaren Verkehr mit dem umgebenden Medium aufrecht erhält, und dem eingeschlossenen Teil, welcher dazu nicht befähigt ist. Diese primäre Differenzierung bei den zusammengesetzten Embryonen höherer Tiere ist genau das Gegenstück zu der primären Differenzierung, welche die einfachsten Lebewesen erfahren haben.

Verlassen wir nun zunächst die später erfolgenden Veränderungen des zusammengesetzten Embryos, deren Bedeutung wir erst nach und nach erwägen können, und gehen wir zu den ausgewachsenen Formen

sichtbarer Pflanzen und Tiere über. Bei ihnen finden wir wesentliche Züge, die nach dem, was oben schon dargelegt wurde, uns ein noch deutlicheres Bild von der Bedeutung der Wirkungen geben werden, welche das Medium auf den Organismus ausübt.

Von dem Thallus einer Meeresalge an bis hinauf zum Blatt einer hochentwickelten Phanerogamenpflanze finden wir auf allen Stufen einen Unterschied zwischen dem inneren und äußeren Teile dieser abgeflachten Gewebemassen. Bei den höheren Algen »bestehen die äußeren Schichten aus kleineren, festeren Zellen, während die im Innern liegenden Zellen oft sehr groß, zuweilen außerordentlich lang sind«[1], und bei den Blättern unserer Bäume unterscheidet sich die Epidermisschicht nicht nur hinsichtlich der Größe und Gestalt ihrer Zellen von dem die Innenmasse des Blattes bildenden Parenchym, sondern sie ist selbst wieder insofern differenziert, als sie eine zusammenhängende Cuticula trägt und somit die Außenwandungen ihrer Zellen verschieden sind von den Innenwandungen[2]. Besonders bedeutsam ist der Aufbau eines solchen Zwischentypus, wie ihn die Lebermoose darbieten. Abgesehen von der Differenzierung der das Ganze bedeckenden Zellen von den Zellen des Innern sowie von dem Gegensatz zwischen Ober- und Unterfläche zeigt uns das Blatt einer *Marchantia polymorpha* ganz deutlich auch die unmittelbare Wirkung der dasselbe treffenden Kräfte, und es läßt uns erkennen, wie sich dieselbe mit der Wirkung ererbter Tendenzen verbindet. Das Blatt wächst nämlich von einer flachen, tellerförmigen Brutknospe aus, deren beide Seiten vollkommen gleich sind. Sowohl die eine wie die andere kann nun nach oben zu liegen kommen, und dann ist an dem sich entwickelnden Sproß die dem Licht ausgesetzte Fläche »unter allen Umständen die Oberseite, welche Spaltöffnungen bildet, während die beschattete Fläche zur Unterseite wird, die Wurzelhaare und blattartige Fortsätze erzeugt«[3]. Während wir also unzweifelhafte Beweise haben, daß die gegensätzlichen Einflüsse des Mediums auf die beiden Seiten den Anstoß zu dieser Differenzierung geben, haben wir aber auch Beweise dafür, daß die Ausprägung derselben bestimmt wird durch den erblich übertragenen Charakter des Baues der betreffenden Pflanze; denn es wäre ja ungereimt, die Ausbildung von Spaltöffnungen auf die unmittelbare Einwirkung der Luft und des Lichtes zurückführen zu wollen. Wenden wir uns von diesen blattartigen Ausbreitungen zu Stengeln und Wurzeln, so treffen wir Thatsachen von gleicher Bedeutung. Sachs bemerkt, indem er allgemein von epidermalem und innerem Gewebe spricht, daß »der Gegensatz beider um so deutlicher ist, jemehr der betreffende Teil der Pflanze der Luft und dem Lichte ausgesetzt war«[4]. An einer anderen Stelle heißt es ganz entsprechend dem obigen, daß bei den Wurzeln die Zellen der Epidermis, obgleich sie sich dadurch unterscheiden, daß sie Haare tragen, »im übrigen sehr ähnlich denen des Grundgewebes sind«, das sie umhüllen[5], während der kutikulare Überzug verhältnismäßig dünn ist; an den Stengelgebilden dagegen ist

[1] Sachs, S. 195. — [2] Ibid. S. 79. — [3] Ibid. S. 187. — [4] Ibid. S. 76. — [5] Sachs, S. 79.

die Epidermis (die oft eine noch weitere Differenzierung erfahren hat) aus Zellschichten zusammengesetzt, die kleiner und dickwandiger sind: ein größerer Gegensatz des Baues entspricht also ganz einem größeren Gegensatz der äußeren Bedingungen. Um zugleich der Vermutung zu begegnen, als könnten diese jeweiligen Unterschiede ausschließlich auf der natürlichen Auswahl günstiger Variationen beruhen, wird es wohl genügen, wenn ich auf die Ungleichheit zwischen im Boden liegenden und freigelegten Wurzeln aufmerksam mache. Solange solche in der Dunkelheit und von feuchter Erde umhüllt bleiben, sind die äußersten schützenden Hüllen derselben sogar an dicken Wurzeln verhältnismäßig dünn; wenn sie aber durch die Zufälligkeiten des Wachstums dauernd dem Licht und der Luft ausgesetzt worden sind, so bekommen die Wurzeln eine Hülle, die in ihrer Beschaffenheit ganz derjenigen der Zweige und Äste entspricht. Daß die Einwirkung des äußeren Mediums diese und die entgegengesetzten Änderungen verursacht, läßt sich nicht bezweifeln, wenn man findet, daß einerseits »Wurzeln unmittelbar in blättertragende Sprosse umgewandelt werden können« und daß anderseits bei manchen Pflanzen gewisse »scheinbare Wurzeln nichts anderes sind als unterirdische Sprosse«, daß sie aber nichtsdestoweniger »den eigentlichen Wurzeln sowohl in der Funktion als in der Gewebsbildung ähnlich sind, jedoch keine Wurzelhaube besitzen und, sobald sie über die Erde und wieder ans Licht kommen, nach Art gewöhnlicher blättertragender Sprosse zu wachsen fortfahren« [1]. Wenn also bei hochentwickelten Pflanzen, die eine ganz ausgeprägte innere Struktur ererbt haben, dieser differenzierende Einfluß des äußeren Mediums so mächtig ist, wie viel bedeutender muß er nicht im Anfang gewesen sein, als die verschiedenen Typen noch gar nicht scharf ausgebildet waren!

Wie bei den Pflanzen, so finden wir auch bei den Tieren Gründe genug zu der Folgerung, daß, während die Einzelheiten der Hautgebilde auf die natürliche Zuchtwahl günstiger Variationen zurückzuführen sind, ihre allgemeinsten Merkmale doch nur auf der direkten Einwirkung der Agentien der Umgebung beruhen. Hier kommen wir auch an die Grenze jener Veränderungen, welche dem Gebrauch und Nichtgebrauch zuzuschreiben sind. Allein aus dieser Klasse von Veränderungen dürfen wir wohl alle jene ausschließen, bei welchen die betreffenden Teile ganz oder der Hauptsache nach passiv sind. Ein Hühnerauge und eine Blase werden am passendsten die Art und Weise zu erläutern geeignet sein, wie gewisse äußere Einwirkungen in den oberflächlichen Geweben Folgen von sehr ausgeprägter Art hervorrufen können, die weder zu den Bedürfnissen des Organismus noch zu seinem normalen Aufbau irgend welche Beziehung haben. Es sind weder Anpassungsveränderungen noch Veränderungen in Richtung auf die Vervollkommnung des Typus. Nach dieser kurzen Erwähnung derselben wollen wir zu verwandten, aber noch lehrreicheren Veränderungen übergehen. Andauernder Druck auf irgend einen Teil der Körperoberfläche verursacht Resorption desselben, während intermittierender Druck ein Wachstum desselben erzeugt: der erstere ver-

[1] Ibid. S. 121 ff.

hindert den Blutkreislauf und den Durchgang der Nährflüssigkeit aus den Haargefäßen in die Gewebe, der andere dagegen unterstützt und befördert beides. Es gibt aber auch noch andere auf mechanischem Wege erzeugte Wirkungen. Daß die allgemeine Beschaffenheit der gerippten Haut an der Unterfläche der Füße und im Innern der Hände unmittelbar auf Reibung und intermittierendem Druck beruht, läßt sich leicht beweisen; denn erstens sind die Stellen, welche am meisten einer starken Beanspruchung ausgesetzt sind, auch am stärksten gerippt, zweitens ist die Innenseite einer Hand, welche einem starken Gebrauch in außergewöhnlichem Maße ausgesetzt ist, wie z. B. die eines Matrosen, in ihrer ganzen Ausdehnung sehr stark gerippt, und drittens werden bei Händen, die sehr wenig thätig sind, auch die gewöhnlich gerippten Teile ganz glatt. Diese verschiedenen Beispiele jedoch, so bedeutungsvoll sie auch sein mögen, führe ich bloß an, um den Leser auf Beweise von noch zwingenderer Art vorzubereiten.

Wo ein ausgedehntes Geschwür die tiefer liegende Hautschicht zerstört hat, aus welcher sonst die Epidermis emporwächst, oder wo diese Schicht etwa durch eine starke Verbrennung zerstört worden ist, da tritt ein sehr merkwürdiger Heilungsprozeß ein. Aus den unterliegenden Geweben, die im gewöhnlichen Lauf der Dinge gar nichts mit dem Wachstum der äußeren Haut zu thun haben, wird eine neue Haut oder vielmehr eine provisorische Haut ausgeschieden; denn diese stellvertretende, nach außen wachsende Schicht enthält keine Haarbälge oder ähnliche eigentümliche Bildungen der ursprünglichen Haut. Gleichwohl ist sie der ursprünglichen insofern ähnlich, als sie eine beständig sich erneuernde schützende Hülle darstellt. Man könnte natürlich behaupten wollen, daß diese Aushilfshaut aus der ererbten Neigung des Typus hervorgegangen sei — aus der Neigung, den Bau der betreffenden Spezies überall wieder herzustellen, wo er beschädigt worden ist. Dennoch können wir hier den unmittelbaren Einfluß des äußeren Mediums nicht übersehen, sobald wir uns der oben angeführten Thatsachen erinnern oder ferner daran denken, daß eine entzündete Hautfläche, wenn sie nicht gegen den Zutritt der Luft geschützt ist, bald ein Häutchen von gerinnender Lymphe ausscheidet. Daß aber die direkte Einwirkung des Mediums ein sehr wesentlicher Faktor ist, beweist uns auf das deutlichste ein anderer Fall. Durch Verletzung oder Krankheit kommt es gelegentlich zu dauernder Umstülpung oder Vorstülpung gewisser Schleimhäute. Nachdem solche Partien eine Zeitlang reizbar und leicht entzündlich gewesen sind, im Anfang sehr stark, allmählich aber, jemehr die Veränderung fortschreitet, immer weniger, nimmt eine solche Haut schließlich im allgemeinen den Charakter gewöhnlicher Haut an. Ja noch mehr: auch ihr mikroskopischer Bau verändert sich. Wenn es eine Schleimhaut von der Art war, die mit Cylinderepithel bedeckt zu sein pflegt, so verkürzen sich die Cylinder allmählich, bis sie zuletzt ganz flach sind und sich ein Schuppenepithel gebildet hat, so daß sie in ihrer feinsten Zusammensetzung ganz bedeutend der gewöhnlichen Epidermis angenähert ist. Hier kann man nicht mehr auf eine Tendenz zur Vervollständigung des Typus verweisen, denn es liegt ja im Gegenteil eine Abweichung vom normalen Typus vor.

Die Wirkung des äußeren Mediums ist so bedeutend, daß sie in kurzer Zeit die ererbte Neigung überwindet und ein Gebilde erzeugt von entgegengesetzter Art wie die normalen.

Um uns vollständig klar zu machen, in welchem Grade diese Zeugnisse uns nötigen, den Einfluß des Mediums als eines Faktors von allergrößter Wichtigkeit anzuerkennen, brauchen wir uns nur vorzustellen, wir hätten dieselben ohne diesen Faktor zu erklären. Man denke sich z. B., wir behaupteten, daß der Bau der Epidermis ausschließlich durch natürliche Zuchtwahl günstiger Variationen bestimmt worden sei. Welche Stellung hätten wir dann angesichts der oben erwähnten Thatsache einzunehmen, daß, wenn eine Schleimhaut dem Einflusse der Luft ausgesetzt wird, der Bau ihrer Zellen sich in den feineren Bau der gewöhnlichen Haut umwandelt? Es bliebe uns nichts anderes übrig als folgende Annahmen: Obgleich die Schleimhaut in einem hochentwickelten individuellen Organismus durch diese Erscheinung deutlich genug die mächtige Wirkung des Mediums auf ihre Oberfläche dargethan hat, so dürfen wir doch nicht glauben, daß das Medium die Wirkung gehabt haben könne, eine solche Beschaffenheit der Zellen auf der Oberfläche der primitiven Formen hervorzurufen, so wenig differenziert dieselben auch noch waren; oder wenn wir annehmen wollten, daß es eine solche Wirkung hervorgebracht hätte, so darf doch nicht behauptet werden, dieselbe sei erblich gewesen. Im Gegenteil müssen wir sagen, daß eine solche Wirkung des Mediums entweder überhaupt nicht zu stande kam oder daß sie ganz unmerklich war: obgleich sie sich in Millionen und Millionen von Generationen wiederholte, hat sie doch keine Spur hinterlassen können. Und wir müssen auch den Schluß ziehen, daß dieser Bau der Haut einzig und allein infolge spontaner Variationen entstanden sei, welche nicht auf physikalischem Wege veranlaßt waren (obgleich sie den physikalisch verursachten gleich sind) und deren sich dann die natürliche Zuchtwahl bemächtigt habe, um sie zu steigern. Sollte wirklich jemand diese Sätze verteidigen wollen?

Und nun können wir an die letzte und wichtigste Reihe der morphologischen Erscheinungen herantreten, welche der unmittelbaren Einwirkung der umgebenden Stoffe und Kräfte zuzuschreiben sind. Diese bieten sich uns dar, wenn wir die ersten Stufen in der Entwickelung des Embryos der Metazoen im allgemeinen untersuchen.

Wir wollen von der bereits im Vorbeiweg erwähnten Thatsache ausgehen, daß, nachdem sich die einfache befruchtete Keimzelle infolge wiederholter spontaner Teilung in jenen Haufen von Zellen verwandelt hat, welcher eine Knospe oder ein primitives »Ei« darstellt, der erste Gegensatz, der nun auftritt, stets derjenige zwischen peripherischen und zentralen Teilen ist. Wo wie bei den meisten niederen Geschöpfen, die in den Eizellen keine erheblichen Nahrungsvorräte für ihre Nachkommenschaft aufspeichern, die innere Masse derselben nur unbedeutend ist, da pflegt die äußere Schicht von Zellen, welche durch rasch wiederholte fernere Teilung auf sehr kleine Dimensionen herabsinken, eine Membran zu bilden, die sich binnen kurzem über die ganze äußere Fläche aus-

dehnt: das sogenannte Blastoderm. Die nächste Entwickelungsstufe, welche damit endigt, daß diese das Ganze bedeckende Schicht doppelt wird, kann auf zweierlei Wegen erreicht werden, durch Invagination (Einstülpung) und durch Delamination (Abspaltung); welches aber der ursprüngliche und welches der abgeleitete Weg ist, läßt sich nicht ganz sicher feststellen. Von der Einstülpung, für die sich unter den niederen Klassen zahlreiche Beispiele anführen lassen, sagt Balfour: »Auf Grund rein apriorischer Erwägungen läßt sich meines Erachtens mehr zu gunsten der Einstülpung als für jede andere Ansicht anführen[1].« Und für unseren gegenwärtigen Zweck wird es auch genügen, wenn wir uns auf den letzten Fall beschränken und zunächst der Mehrzahl unserer Leser dessen Natur an einem einfachen Beispiel zu erläutern suchen.

Man nehme einen kleinen Gummiball, nicht von der aufblasbaren Sorte, auch nicht einen soliden, sondern einen von jener Art, die ungefähr einen Zoll Durchmesser und auf einer Seite ein kleines Loch haben, durch welches, wenn er zusammengedrückt wird, die Luft entweichen kann. Nun denke man sich, daß seine Wandung statt aus Kautschuk aus lauter kleinen Zellen bestehe, die durch gegenseitigen Druck eine vieleckige Gestalt angenommen haben und miteinander verbunden sind. Damit haben wir ein gutes Abbild des Blastoderms. Nun drücke man mit dem Finger die eine Seite des Balles ein, bis sie die gegenüberliegende berührt, wodurch eine Art Becher oder Schale entsteht. Dieser Vorgang vertritt uns den Prozeß der Invagination. Nur muß man sich noch vorstellen, daß durch Weiterführung desselben der halbkugelige Becher sich sehr stark vertiefe und seine Öffnung sich verenge, bis der Becher zu einem Sack geworden ist, dessen eingestülpte Wandung überall mit der Außenwand in Berührung steht. Dies stellt dann die zweischichtige »Gastrula« dar — die einfachste Vorfahrengestalt der Metazoen: eine Form, die durch einige sehr niedrig stehende Klassen derselben dauernd repräsentiert ist, denn es brauchen bloß noch Tentakel oder Fangarme rings um die Mündung des Sackes hervorzusprossen, und wir haben die gewöhnliche *Hydra* vor uns. Hier ist jedoch vor allem die Thatsache zu beachten, daß von diesen beiden Schichten die äußere, die in der embryologischen Sprache der Epiblast heißt, fortan ununterbrochen den direkten Verkehr mit den Kräften und Stoffen der Außenwelt fortführt, während die innere, der sogenannte Hypoblast, nur mit solchen Stoffen in Berührung kommt, welche in die von ihm ausgekleidete Nahrungshöhle hineingelangen. Wir haben ferner wohl zu beachten, daß bei den Embryonen der Metazoen, sobald dieselben nur etwas weiter in ihrer Organisation fortgeschritten sind, zwischen diesen beiden Schichten eine dritte entsteht: der Mesoblast. Der Ursprung dieser letzteren läßt sich bei Formen nachweisen, wo der Entwickelungsprozeß nicht durch das Vorhandensein eines umfänglichen Nahrungsdotters verdunkelt wird. Während die oben beschriebene Einstülpung sich vollzieht und noch bevor die inneren Flächen der dabei

[1] Handbuch der vergleichenden Embryologie. Von Francis M. Balfour. Deutsche Ausgabe von B. Vetter. Jena 1881. II. Bd. S. 307.

entstehenden Schichten, des Epiblasts und des Hypoblasts, einander berührt haben, beginnen Zellen oder denselben gleichartige amöboide Einheiten von der einen oder von beiden dieser inneren Flächen oder von einer bestimmten Stelle der einen oder anderen hervorzuknospen, und diese ordnen sich bald zu einer Zellschicht, welche schließlich zwischen den andern beiden ausgebreitet liegt — eine Zellenschicht, die, wie schon aus dieser Bildungsweise derselben hervorgeht, niemals irgend welchen Verkehr mit dem umgebenden Medium und dessen Inhalt noch auch mit den aus ihm ins Innere aufgenommenen Nährkörpern gehabt hat oder haben kann. Jetzt können wir die bedeutsamen Thatsachen, für welche die vorstehende Beschreibung nur die notwendige Einleitung bilden sollte, kurz anführen. Aus der äußeren Schicht oder dem Epiblast entwickeln sich nun die bleibende Epidermis und alle ihre Auswüchse, ferner das Nervensystem und die Sinnesorgane; aus der eingestülpten Schicht oder dem Hypoblast entwickeln sich der Nahrungskanal und jene Teile der an ihm hängenden Organe, der Leber, der Bauchspeicheldrüse etc., die mit der Entlerung ihrer Ausscheidungen in den Nahrungskanal betraut sind, ebenso auch die Auskleidung jener sich verästelnden Röhren in den Lungen, welche die Luft nach den Stellen hinleiten, wo der Gasaustausch sich vollziehen soll. Aus dem Mesoblast endlich entspringen die Muskeln, die Knochen, das Herz, die Blut- und Lymphgefäße nebst solchen Teilen verschiedener anderer innerer Organe, welche nur ganz entfernte Beziehungen mit der Außenwelt besitzen. Sehen wir von geringfügigen Einschränkungen dieser Sätze ab, so bleiben also die wichtigen Thatsachen bestehen, daß aus jenem Teile der äußeren Schicht, welcher bleibend an der Oberfläche sich erhält, alle die Gebilde hervorgehen, welche den Wechselverkehr mit dem Medium und seinen aktiven und passiven Inhaltsbestandteilen besorgen; aus dem eingestülpten Teil dieser äußeren Schicht entwickeln sich die Gebilde, welche den Wechselverkehr mit den quasi-äußeren Substanzen zu besorgen haben, die in das Innere hineingelangen: mit solider Nahrung, mit Wasser und Luft; während endlich aus dem Mesoblast nur solche Gebilde entstehen, die von Anfang bis zu Ende niemals irgend welchen Verkehr mit der Außenwelt haben. Sehen wir uns diese allgemeinen Thatsachen etwas genauer an.

Wer würde wohl erwartet haben, daß das Nervensystem nichts weiter als ein umgewandelter Teil der ursprünglichen Epidermis sei? Wer hätte, wenn nicht die übereinstimmenden Zeugnisse sämtlicher Embryologen während der letzten dreißig bis vierzig Jahre reichliche Beweise dafür beigebracht hätten, geglaubt haben, daß das Gehirn aus einem sich einfaltenden Abschnitt der äußeren Haut entstehe, welcher, indem er gleichsam unter die Oberfläche einsinkt, bald in andere Gewebe eingebettet und schließlich von einer knöchernen Kapsel umhüllt wird? Und dennoch nimmt das menschliche Nervensystem ebensogut wie dasjenige der meisten niederen Tiere auf diese Weise seinen Ursprung. Um mich der Worte von Balfour zu bedienen:

»Die frühesten embryologischen Veränderungen berechtigen zu dem Schlusse, daß die Funktionen des Zentralnervensystems ursprünglich von der ganzen Haut besorgt wurden und sich erst allmählich auf einen be-

sonderen Abschnitt der Haut konzentrierten, welcher sich dann Schritt für Schritt immer weiter von der Oberfläche entfernte und schließlich bei den höheren Typen zu einem scharf abgegrenzten, in die subdermalen Gewebe eingebetteten Organ wurde. . . . . Die embryologischen Zeugnisse beweisen, daß die Ganglienzellen des Zentralteils des Nervensystems von den einfachen undifferenzierten Epithelzellen der Körperoberfläche abstammen[1].«

Weniger überraschend vielleicht, allein immer noch merkwürdig genug ist die Thatsache, daß auch das Auge sich aus einem Abschnitt der äußeren Haut entwickelt und daß, während die Krystalllinse und ihre Umgebung unmittelbar daraus hervorgehen, die »perzipierenden Abschnitte der speziellen Sinnesorgane, insbesondere der Sehorgane, oft aus derselben Partie der primitiven Epidermis hervorgehen« wie das Zentralnervensystem[2]. Gleiches gilt auch von den Organen des Geruchs und Gehörs. Diese beginnen ebenfalls in Form von durch Einfaltungen der Epidermis gebildeten Säckchen, und während sich nun ihre einzelnen Teile ausbilden, treten an sie von innen gewisse Nervengebilde heran, welche selbst ja auch epidermalen Ursprungs sind. Wie haben wir uns diese sonderbaren Umwandlungen zu erklären? Nur im Vorbeigehen sei darauf hingewiesen, wie abgeschmackt vom Standpunkte des Anhängers spezieller Schöpfungsakte eine solche Aneinanderkettung der einzelnen Gebilde und eine derartige umständliche Methode der embryonalen Entwickelung erscheinen würde; für uns aber ist hier besonders bemerkenswert, daß der ganze Vorgang nicht so verläuft, wie er als Ergebnis der natürlichen Zuchtwahl vorauszusehen gewesen wäre. Nachdem eine große Anzahl spontaner Variationen aufgetreten wäre, wie die Hypothese voraussetzt, ohne einen Erfolg gehabt zu haben, hätte man nun vernünftigerweise erwarten dürfen, daß diejenige Variation, welche zu allererst den Anstoß zur Bildung eines Nervenzentrums gab, in irgend einem inneren Teile aufgetreten wäre, wo sie ihre passende Stelle gehabt hätte. Ihr erstes Auftreten aber an einer sehr gefährlichen Stelle und ihre spätere Hereinwanderung nach einem gesicherten Orte würde völlig unverständlich sein. Ganz anders jedoch, wenn wir die oben dargelegte Grundwahrheit im Sinne behalten, daß die zur Aufrechterhaltung des Verkehrs mit dem äußeren Medium und seinem Inhalt bestimmten Gebilde in jenem vollkommen oberflächlichen Teile entstehen, welcher eben unmittelbar durch das Medium und seinen Inhalt affiziert wird, und wenn wir ferner den Schluß ziehen, daß die äußeren Vorgänge selbst den Anstoß zur Erzeugung solcher Gebilde gegeben haben. Sind diese einmal ins Leben gerufen und dann durch natürliche Zuchtwahl gefördert worden, wo sie dem Leben günstig waren, so konnten sie das erste Glied in einer Kette bilden, welche zuletzt mit hochentwickelten Sinnesorganen und einem komplizierten Nervensystem endigte[3].

---

[1] Balfour, Vergleichende Embryologie u. s. w. II. Bd. S. 357.

[2] Balfour, l. c. II. Bd. S. 358.

[3] Die allgemeine Darstellung der Veränderungen, welche bei der ganzen Entwickelung durchlaufen werden, wolle man bei Balfour l. c. II. Bd. S. 358 ff. nachlesen.

Obgleich es nur zur weiteren Unterstützung meiner Sätze dienen könnte, muß ich doch der Kürze wegen davon absehen, die ganz entsprechende Entwickelung jener eingestülpten Schicht, des Hypoblasts zu schildern, aus welcher der Nahrungskanal und seine Anhangsorgane hervorgehen. Es wird genügen, die Thatsache zu betonen, daß diese Schicht, nachdem sie ursprünglich ebenfalls oberflächlich gelegen, auch in ihrer ausgebildeten Form noch fortfährt, eine gewisse Äußerlichkeit zu behaupten, sowohl in ihrem verdauenden als in ihrem respiratorischen Teile, indem sie ja fortwährend mit Stoffen in Berührung und Beziehung steht, welche dem Organismus fremd sind. Ebenso kann ich nicht länger bei der gleichfalls schon angeführten Thatsache verweilen, daß die zwischenliegende abgeleitete Schicht, der Mesoblast, welcher schon im ersten Anfange vollkommen im Innern lag, jenen Gebilden den Ursprung gibt, die stets vollkommen im Innern bleiben und keinerlei Verbindung mit der Außenwelt haben, außer durch die von den andern beiden Schichten erzeugten Gebilde: ein Gegensatz, der von großer Bedeutung ist.

Hier wird es jedoch besser sein, statt bei diesen Einzelheiten zu verweilen, die Aufmerksamkeit des Lesers auf die allgemeinste Seite dieser Thatsachen hinzulenken, welches immer der Ablauf der späteren Veränderungen sein mag. Die erste Veränderung ist stets die Bildung einer oberflächlichen Schicht oder des Blastoderms, und durch welche Reihe von Umgestaltungen auch das fertige Gebilde erreicht werden mag, es ist stets nur das Blastoderm, aus welchem sämtliche den erwachsenen Körper zusammensetzenden Organe hervorgehen. Was bedeutet diese wunderbare Thatsache?

Sie findet ihre Erklärung, wenn wir auf jenes früheste Stadium zurückgehen, auf welchem eine Anzahl von Protozoen, nachdem sie durch wiederholte Teilung einen Haufen gebildet, sich in Form einer hohlen Kugel anordnen, wie es z. B. die einen *Volvox* bildenden Protophyten thun. Ursprünglich sind sie in der ganzen Ausdehnung der Oberfläche alle gleich und die so gebildete Hohlkugel von bewimperten Einheiten würde, wenn sie nicht vollkommen kugelig wäre, jedenfalls bei der Fortbewegung durch das Wasser eine bestimmte Haltung annehmen. Ein bestimmter Teil des Sphäroids müßte also häufiger mit den aufzunehmenden Nährstoffen in Berührung kommen als die übrigen Teile. Sofern eine aus solcher Variation hervorgehende Arbeitsteilung vorteilhaft wäre und sich daher bei den Nachkommen noch zu steigern streben würde, so müßte sie schließlich zu einer Differenzierung führen ähnlich der, welche sich bei den Larven verschiedener niederer Typen der Metazoen findet, die, von der Gestalt eines Eies, sich nur auf der einen Hälfte der Oberfläche mit Wimpern bedeckt zeigen. Es müßte eine Form entstehen, bei welcher die Wimpern tragenden Einheiten die Fortbewegung und den Wechsel der Gase zu bewerkstelligen hätten, während den anderen, die einen amöbenartigen Charakter annehmen würden, die Funktion der Nahrungsaufnahme zufiele: eine ursprüngliche Spezialisierung, auf welche verschiedenartige Zeugnisse hinweisen[1]. Es sei nur kurz er-

[1] siehe Balfour, I. Bd. S. 143 u. II. Bd. S. 307.

wähnt, daß eine derartige Entstehung der Vorfahren durch die Thatsache wahrscheinlich gemacht wird, daß bei niederen Formen der Metazoen eine Hohlkugel von Zellen die erste Gestalt ist, welche der sich entwickelnde Embryo annimmt; ich mache aber insbesondere auf den hier wesentlichen Punkt aufmerksam, daß nämlich die primäre Differenzierung dieser Hohlkugel in solchem Falle durch einen Gegensatz im Verkehr seiner Teile mit dem Medium und dessen Inhalt bestimmt erscheint und daß die darauffolgende Einstülpung einfach infolge der Fortdauer dieses gegensätzlichen Verkehrs zu stande kommt.

Allein selbst wenn wir dieses erste Stadium vernachlässigen und gleich mit dem nächsten beginnen, in welchem durch die dauernde Einstülpung der einen Hälfte der Oberfläche unserer Hohlkugel eine »Gastrula« entstanden ist, wird es genügen, wenn wir ins Auge fassen, was im weiteren geschehen mußte. Derjenige Teil, welcher fortfuhr, die äußere Fläche zu bilden, war auch in der Lage, von Zeit zu Zeit ruhende Massen zu berühren und gelegentlich die mannigfaltigen Anstöße zu erleiden, welche infolge seiner eigenen wie der Bewegungen anderer Dinge eintreten mußten. Er war der Teil, welcher die gelegentlich durch das Wasser sich fortpflanzenden Schallschwingungen aufzunehmen hatte, der Teil, der lebhafter als jeder andere auch durch jenen Wechsel in der Menge des Lichts affiziert wurde, der eintrat, sobald kleine Körper dicht vor ihm vorbeigingen; und er war es wiederum, welcher mit jenen zerstreuten Molekülen, auf deren Vorhandensein die Gerüche beruhen, zusammentraf. Mit anderen Worten, von Anfang an war es der Oberfläche vorbehalten, die mannigfaltigen Einflüsse, welche die Umgebung durchdringen, aufzunehmen, alle jene Eindrücke aus der Außenwelt zu empfangen, die zur Leitung der Gesamtthätigkeit dienen, und zugleich auch die mechanischen Rückwirkungen auszuhalten, welche infolge solcher Thätigkeiten eintreten. Notwendigerweise war es also stets die Oberfläche, in welcher auch die verschiedenartigen Einrichtungen hervorgerufen werden mußten, um den Wechselverkehr mit der Außenwelt zu besorgen. Jede andere Annahme würde gleichbedeutend sein mit der Behauptung, daß solche Einrichtungen im Innern aufgetreten seien, wo sie weder Einwirkungen von seiten der umgebenden Agentien empfangen noch ihrerseits auf dieselben einwirken konnten — wo also die differenzierenden Kräfte nicht ins Spiel kommen konnten und die differenzierten Gebilde nichts zu thun hatten, und man würde zugleich behaupten, daß inzwischen die unmittelbar dem Einfluß der differenzierenden Kräfte ausgesetzten Teile gänzlich unverändert geblieben seien. Offenbar also konnte die Organisation gar nicht anders als an der Oberfläche beginnen, und nachdem sie einmal so begonnen, mußte ihr weiterer Fortgang notwendigerweise durch ihren oberflächlichen Anfang bedingt sein. Und daraus erklären sich nun alle jene merkwürdigen Thatsachen, welche uns zeigen, daß die individuelle Entwickelung sich vollzieht durch eine Reihe von Einfaltungen und Einwucherungen. Ohne Zweifel trat auch die natürliche Zuchtwahl sehr bald mit in Thätigkeit, wie z. B. bei der Entfernung der rudimentären Nervenzentren von der Oberfläche, da jedes Individuum, bei welchem sie auch nur ein wenig tiefer gelegen waren, we-

niger der Gefahr ausgesetzt erschien, durch Beschädigung derselben beeinträchtigt zu werden; und so noch in zahllosen anderen Hinsichten. Gleichwohl aber konnte, wie wir auch hier sehen, die natürliche Zuchtwahl nur in zweiter Linie thätig sein. Sie konnte nichts weiter thun, als aus jenen Strukturveränderungen Vorteil ziehen, welche das Medium und dessen Inhalt hervorgerufen hatten.

Überzeugen wir uns nun, welche wichtige Rolle dieser ursprüngliche Faktor gespielt hat. Hätte er nichts weiter bewirkt, als daß er den Protozoen und Protophyten jene Zellenform verlieh, welche sie charakterisiert — hätte er nichts weiter bewirkt, als bei allen sichtbaren Tieren und Pflanzen die Wiederholung jener primären Differenzierung des Außen vom Innen zu verursachen, welche er in der allerersten Zeit bei dem unbewaffneten Auge nicht sichtbaren Tieren und Pflanzen hervorrief, er würde schon den wesentlichsten Anteil daran gehabt haben, den Organismen jeder Art bestimmte wichtigste Züge aufzuprägen. Allein er hat noch mehr bewirkt als dies. Indem er die ersten Differenzierungen jener Haufen von Einheiten verursachte, aus denen die sichtbaren Tiere im allgemeinen hervorgingen, stellte er den Ausgangspunkt für die gesamte Organisation fest und bestimmte damit auch den ganzen Verlauf der höheren Bildung; und damit hat er denn den embryonalen Umgestaltungen sowohl wie den fertigen Geschöpfen ihre unauslöschlichen Charakterzüge mitgegeben.

Obgleich mein Beweisgang im wesentlichen der induktiven Methode gefolgt ist, sind wir doch am Schlusse des vorstehenden Abschnitts zur Deduktion übergegangen. Folgen wir noch eine Weile dieser deduktiven Methode voll und ganz. Es ist kein Zweifel, daß in der Biologie jedes apriorische Schließen sehr gefährlich ist; allein es kann kaum von Übel sein, wenn wir nur genau zusehen, ob seine Ergebnisse mit denen zusammenfallen, welche durch aposteriorisches Schließen erreicht werden.

Die Biologen sind im allgemeinen darüber einig, daß im gegenwärtigen Zustande der Welt nichts Derartiges mehr vorkommt wie die Entstehung eines lebenden Geschöpfes aus lebloser Materie. Sie verneinen jedoch keineswegs, daß in einer entfernteren Periode der Vergangenheit, als die Temperatur der Erdoberfläche noch bedeutend höher war als gegenwärtig und viele andere physikalische Bedingungen von den uns bekannten abwichen, unorganische Materie durch eine Reihe von Komplikationen hindurch schließlich der organischen Materie den Ursprung gegeben habe. So viele Substanzen, die man früher ausschließlich dem lebenden Körper zuschreiben zu müssen glaubte, sind nun auf künstlichem Wege hergestellt worden, daß die Männer der Wissenschaft kaum noch vor der Folgerung zurückschrecken, es dürfte Bedingungen geben, unter denen vermöge einer ferneren Kompositionsstufe auch quaternäre Verbindungen niederer Typen schließlich in solche des höchsten Typus übergehen könnten. Daß einstmals ein allmähliches Emporsteigen des Organischen aus dem Unorganischen stattgefunden habe, ist in der That eine notwendige Folgerung aus der Hypothese der Entwickelung im großen Ganzen, und wenn wir diese im vollen Umfange annehmen, so

müssen wir uns auch die Frage vorlegen: welches waren die frühesten Stufen des Fortschritts, welche folgen mußten, nachdem die komplizierteste Form der Materie aus Formen hervorgegangen war, die noch um einen Grad weniger kompliziert waren?

Zunächst konnte das Protoplasma keinerlei Neigung zu der einen oder anderen Anordnung der Teile besitzen, außer etwa natürlich eine rein mechanische Tendenz zur Annahme einer kugeligen Form, wenn es in einer Flüssigkeit suspendiert war. Im Anfang muß es auch passiv gewesen sein. Hinsichtlich ihrer Passivität muß die ursprüngliche organische Materie der unorganischen gleich gewesen sein. Es konnte nichts Derartiges wie spontane Variation in ihr vorkommen, denn Variation setzt einen gewissen regelmäßigen Ablauf von Veränderungen voraus, von welchen sie eben eine Abweichung darstellt, so daß sie also ausgeschlossen erscheint, wo ein regelmäßiger Ablauf von Veränderungen noch gar nicht besteht. In Abwesenheit jener cyklischen Reihe von Metamorphosen, welche selbst die einfachsten lebenden Dinge uns gegenwärtig als Ergebnis ihrer ererbten Konstitution darbieten, gab es noch keine Stütze und keinen Ausgangspunkt für die natürliche Zuchtwahl. Wie konnte denn nun die organische Entwickelung überhaupt beginnen?

Wenn eine primitive Masse organischer Materie hinsichtlich ihrer Passivität einer Masse unorganischer Materie gleich war und sich von ihr nur durch ihre größere Veränderlichkeit unterschied, so müssen wir annehmen, daß ihre ersten Veränderungen demselben allgemeinen Gesetz entsprochen haben, wie es für Veränderungen einer unorganischen Masse gilt. Die Unbeständigkeit des Gleichartigen aber ist ein solches allgemeines Prinzip. In allen Fällen strebt das Gleichartige in ein Ungleichartiges und das weniger Ungleichartige in das noch mehr Ungleichartige überzugehen. In den ursprünglichsten Einheiten des Protoplasmas also muß der Schritt, mit welchem die Entwickelung begann, in einem Übergang vom Zustand vollkommener Gleichförmigkeit der gesamten Masse in einen Zustand bestanden haben, in welchem eine gewisse Ungleichartigkeit obwaltete. Ferner wird die Ursache dieses ersten Schrittes, den irgend eines dieser Stücke von organischer Materie that, ebenso wie bei jedem Stück unorganischer Materie die gewesen sein, daß seine Teile in verschiedenartiger Weise der Einwirkung äußerer Kräfte ausgesetzt waren. Welcher äußeren Kräfte? Offenbar derjenigen seines Mediums oder seiner Außenwelt. Welches waren die in solcher Weise verschiedenartig ausgesetzten Teile? Notwendig die Außenseite und das Innere. Unzweifelhaft also muß in dem organischen Aggregat ebensogut wie in dem unorganischen Aggregat (vorausgesetzt, daß dasselbe hinlänglichen Zusammenhang besitzt, um konstante Lagebeziehungen zwischen seinen Teilen aufrecht zu erhalten) der erste Schritt beim Übergang aus der Gleichartigkeit in die Ungleichartigkeit stets in der Differenzierung einer äußeren Fläche vom inneren Inhalt bestanden haben. Gleichgültig ob die Modifikation physikalischer oder chemischer Art war, eine solche der Komposition oder der Zersetzung, sie fällt stets unter dieselbe Verallgemeinerung. Die unmittelbare Einwirkung des Mediums war der ursprüngliche Faktor der organischen Entwickelung.

In seinem Artikel über Entwickelung in der Encyclopaedia Britannica schreibt Professor Huxley folgendes:

»Inwiefern die natürliche Zuchtwahl für die Erzeugung der Arten genügt, bleibt noch nachzuweisen. Wenige dürften wohl bezweifeln, daß sie, wenn auch vielleicht nicht die ganze Ursache, jedenfalls ein sehr wichtiger Faktor bei diesem Vorgange ist. . . . . .«

»Auf Grund der paläontologischen Zeugnisse ist die Entwickelung zahlreicher heute existierender Formen des tierischen Lebens aus ihren Vorgängern keine Hypothese mehr, sondern eine historische Thatsache. Es ist bloß die Natur der physiologischen Faktoren, auf denen jene Entwickelung beruht, welche noch der Diskussion unterliegt.«

Dieser Stelle darf ich wohl am passendsten eine Bemerkung anreihen, welche sich in der ausgezeichneten Rede findet, die Professor Huxley vor kurzem bei der Enthüllung von Darwin's Statue im Museum zu South Kensington gehalten hat. Indem er die Unterstellung von sich weist, daß durch diese Zeremonie den herrschenden Ideen über organische Entwickelung eine autoritative Sanktion gegeben werden solle, sagt er: »Die Wissenschaft begeht einen Selbstmord, sobald sie sich einem Glauben in die Arme wirft.«

Abgesehen von umfassenderen Beweggründen hat mich zur Ausarbeitung der vorstehenden Artikel vor allem der Wunsch gedrängt, nachzuweisen, daß gegenwärtig schon unter den Biologen die Ansichten in betreff des Ursprungs der Arten allzusehr den Charakter eines Glaubens angenommen haben und daß dieselben, je fester sie geworden sind, sich auch um so mehr verengert haben. Weit entfernt, jene weiteren Anschauungen, welche Darwin in seinen letzten Lebensjahren erreichte, noch zu erweitern, scheinen seine Nachfolger vielmehr auf einen noch beschränkteren Standpunkt zurückgegangen zu sein, als er ihn jemals verfochten hat. So schien es denn allerdings an der Zeit zu sein, die von Professor Huxley ausgesprochene Warnung als keineswegs grundlos anzuerkennen.

Was man immer über die Beweise und Folgerungen, welche in diesem und dem vorhergehenden Artikel dargelegt wurden, denken mag, sie werden doch vielleicht dazu dienen, die Überzeugung wachzurufen, daß es noch viel zu früh wäre, die Untersuchungen über die Ursachen der organischen Entwickelung abzuschließen.

Kant und die Naturforschung.

Eine Prüfung der Resultate des idealistischen Kritizismus durch den realistischen.

Von

Albrecht Rau.

I. Einleitung.

1. Den Einfluß, welchen Kant's Kritik der reinen Vernunft auf die spekulative Philosophie geübt hat, ausführlich begründen wollen, hieße Wasser in das Meer tragen. Ein ganzes Jahrhundert zeugt von demselben. Die Philosophien eines Fichte, Schelling, Hegel, Herbart, Schopenhauer, anderer nicht zu gedenken, wurzeln in dem Boden, den Kant für die Spekulation urbar gemacht hat. Manche dieser einst so klangvollen Namen haben heute völlig ausgetönt, der Kant's allein hat nichts von seiner Gewalt, von seinem Zauber verloren, er hat nicht nur ein ganzes Jahrhundert überlebt, er geht, wie es scheint, mit verjüngter oder doch ungebrochener Kraft auf ein zweites über.

2. Die Bewegung, welche sich in unseren Tagen für Kant geltend macht, ist vollkommen berechtigt. Die Erfahrung hat bewiesen, daß die spekulativen Philosophen bis jetzt keinen Schritt haben vorwärts thun können, ohne auf Kant bezug zu nehmen, ohne den Anteil anzuerkennen, den dieser an ihrer Philosophie hat. Dann ist Kant der Schöpfer des Kritizismus in Deutschland. Als Kritiker war er der erste, welcher die fast verloren gegangene Wahrheit, daß die Existenz kein Merkmal des Begriffes ausmache, wieder zur Geltung brachte. Von hier aus zerstörte er die Beweiskraft des wichtigsten Beweises vom Dasein Gottes, des ontologischen, eliminierte so den Theismus aus der Philosophie und verlegte ihn allein in den Glauben, damit dieser »um so kräftiger werden möge«. Im innigsten Zusammenhange mit diesem seinem Kritizismus steht sein Empirismus. Wenn nämlich der Begriff allein nicht berechtigt, auf ein ihm vollkommen kongruentes Reales zu schließen, ihm also nie eine transcendente, über die Erfahrung hinaus reichende Bedeutung beigelegt werden kann, so folgt, daß Begriffe überhaupt nur empirische Bedeutung haben können. insofern nämlich dadurch ungleichartige Er-

scheinungen oder anschaulich gegebene Dinge einheitlich verknüpft oder interpretiert werden. Dieses indes schon realistisch formulierte Ergebnis des philosophischen Kritizismus ist von dem weittragendsten Einflusse auf die Naturforschung überhaupt und auf die der Gegenwart insbesondere.

3. Es ist eine traurige, von weitsichtigen Männern längst signalisierte und beklagte Thatsache, daß von gar so vielen Naturforschern unserer Zeit der sichere Boden der Erfahrung immer mehr verlassen wird und allenthalben eine ungezügelte Spekulation Platz gewinnt. Diese Erscheinung aber könnte, wie ich glaube, nicht eintreten, wenn das soeben berührte, ewig wahre Ergebnis des Kant'schen Kritizismus in den betreffenden naturwissenschaftlichen Kreisen zur Würdigung gelangt wäre. Da mit bloßen Andeutungen dem Verständnis in keiner Weise Genüge geleistet werden würde, so erscheint es notwendig, das hier Gesagte durch ein Beispiel zu erläutern. Ein hierzu sehr geeignetes bietet uns die Entwickelungsgeschichte der neueren Chemie. Es ist genugsam bekannt, daß in der Chemie gegenwärtig zwei Strömungen herrschen. Die eine bewegt sich in der von Berzelius vorgezeichneten Richtung; sie hebt an mit dem Experiment, bildet aus den experimentell festgestellten Thatsachen Begriffe und vereint diese zu einem in sich widerspruchslosen Ganzen oder, wie man gewöhnlich sagt, sie erzeugt aus den Begriffen ein System. Man hat diese Richtung mit Recht als die klassische bezeichnet, weil sie vollkommen exakt verfährt und nichts behauptet, was experimentell nicht bewiesen werden könnte. Die andere knüpft an Dumas, Gerhardt und Laurent an, sie faßt die meist sehr gewagten Spekulationen dieser drei Chemiker als feststehende Thatsachen auf und errichtet so aus rein spekulativen Ideen Systeme, in welchen der Begriff nicht als eine Zusammenfassung ungleichartiger Thatsachen zu einem Gleichartigen, sondern selbst als Faktum gesetzt wird. Man hat diese Richtung moderne, in ihrer neuesten Phase auch wohl Strukturchemie genannt.

4. Nichts charakterisiert diese beiden Richtungen besser als die Art und Weise, wie der Atombegriff gedeutet und verwertet wird. Der Atombegriff wurde von Dalton in den Jahren 1808—1810 aufgestellt. Dalton hatte nämlich die zwei Grundgesetze, welche die quantitativen Verbindungsweisen der Stoffe beherrschen, entdeckt: das Gesetz der einfachen und das Gesetz der mehrfachen Proportionen. Ersteres besagt, daß gewisse Elemente mit gewissen anderen immer nur in einem Verhältnis sich chemisch vereinigen. So verbinden sich z. B. 127 Gewtle. Jod, 35,5 Gewtle. Chlor, 80 Gewtle. Brom immer nur mit je 1 Gewtl. Wasser oder mit je 23 Gewtln. Natrium oder je 39 Gewtln. Kalium oder je 108 Gewtln. Silber. Dagegen vereinigt sich z. B. das Chlor mit Sauerstoff in Verhältnissen, welche durch die Zahlen $2 \times 35{,}5 : 16$, $2 \times 35{,}5 : 3 \times 16$, $35{,}5 : 2 \times 16$ ausgedrückt werden. Ähnlich verhält sich Jod und Brom zu Sauerstoff, überhaupt die Mehrzahl der Elemente zu diesem und den übrigen Grundstoffen. Beide Gesetze sind, wie sich dies eigentlich von selbst versteht, experimentell gefunden und enthalten folglich absolut nichts, was nicht jeder Zeit auf demselben Wege dargethan werden könnte.

5. An diesem Ergebnis ließ sich aber Dalton nicht genügen: er war nicht bloß ein Experimentator, sondern auch ein philosophischer Kopf. Als solcher suchte er eine noch höhere Stufe der Erkenntnis zu ersteigen: er suchte für die beiden Grundgesetze wiederum einen Grund, woraus sie dann als logische Folgerungen herausgezogen werden konnten und wodurch sie eine wenigstens formale oder logische Erklärung fanden. Zu diesem Zwecke argumentierte Dalton ungefähr also: Die Materie ist nicht bis ins unendliche teilbar. Wären uns auch die geeigneten Mittel an die Hand gegeben, die mechanische Teilung genügend lange fortzusetzen, so würden wir doch schließlich an einer Grenze unserer Teilung anlangen, welche durch die Natur unserer kleinsten Teilstücke bedingt wäre, d. h. wir würden schließlich auf Teilchen stoßen, die absolut unteilbar sind und die deshalb auch als Atome bezeichnet werden müssen. Diesen Atomen legen wir folgende Eigenschaften bei: sie sind absolut nicht, d. h. weder durch chemische noch physikalische Kräfte teilbar, sie besitzen ein bestimmtes, unveränderliches Gewicht und sie sind schließlich die eigentlichen Träger der chemischen Affinität. Chemische Verbindungen entstehen nun dadurch, daß die Atome der Elemente sich gegenseitig anziehen und festhalten. Damit war der Grund des Gesetzes der einfachen und mehrfachen Proportionen gegeben, beide Gesetze waren unter einem gemeinsamen Begriff subsumiert und konnten demgemäß aus ihm abgeleitet oder erklärt werden. Denn wenn chemische Verbindungen durch gegenseitige Anziehung der Atome entstehen, so müssen, gleichviel ob diese Anziehungen in dem Atomverhältnisse 1 : 1 oder 2 : 1, 2 : 3, 1 : 2, 2 : 5 stattfinden, immer dieselben Verbindungsgewichte, beziehentlich ihre Multipla wiederkehren [1].

6. Die Vorstellung von Atomen hat sich nun bis zum heutigen Tage für die chemische Forschung als äußerst fruchtbar, ja als von ganz unersetzbarem Werte erwiesen. An Dalton's Vorstellung anknüpfend und sie in scharfsinnigster Weise verwertend lehrte später der große Berzelius die verwickelten und in ihrem rohen prozentischen Ausdrucke auch ganz unverständlichen Resultate der quantitativen Analyse auf die einfachste Weise interpretieren, indem er zuerst die empirischen und dann die sogenannten rationellen Formeln aufstellte. Wenn heute irgend eine neue chemische Verbindung entdeckt wird, so fragen wir sofort: wie heißt ihre empirische, wie ihre rationelle Formel? Wir verlangen also, daß ihre Zusammensetzung atomistisch interpretiert werde. Ehe dieser Forderung genügt ist, ist es uns völlig unmöglich, eine befriedigende Vorstellung von der chemischen Natur einer neuen Verbindung zu bilden.

7. Im strikten Sinne der Kant'schen Terminologie sind wir berechtigt zu sagen: Die Atome sind die chemischen Kategorien, sie sind zwar nicht selbst Gegenstände der Erfahrung, — denn kein Mensch hat jemals Atome gesehen — aber sie sind es, welche jeden Fortschritt in der chemischen Erkenntnis vermitteln oder, wie Kant sagen würde, »welche die chemische

[1] Eingehender findet man die Atomtheorie und die ihr zu Grunde liegenden Thatsachen dargestellt in „v. Gorup-Besanez' Lehrbuch der anorganischen Chemie". Siebente Auflage, 1885, S. 17—25.

Erfahrung erst möglich machen.« Ich muß hier einstweilen anmerken, daß Kant der Meinung war, »Erfahrung machen« und »Erkenntnis bewirken« sei ein und dasselbe. Später werde ich zeigen, daß dies keineswegs der Fall ist, daß vielmehr beide Begriffe strenge auseinander zu halten sind und daß durch ihre Identifizierung Kant einen verhängnisvollen Fehler in die Theorie des menschlichen Erkenntnisvermögens gebracht hat.

8. Eine wesentlich andere Auffassung bezüglich der Atome wurde von Seite der sog. modernen Chemiker geltend gemacht. Da heute jede chemische Erfahrung erst dann zur chemischen Erkenntnis wird, wenn man sie vermittelst des chemischen Grundbegriffes deutet, so halten die modernen Chemiker es für selbstverständlich, daß auch Atome wirklich existieren. Hier wurde also das große Versehen, welches die Vernunftkritik so radikal auszumerzen bemüht war, in die Chemie eingeschleift: es wurde mit dem Begriff zugleich das ihm kongruente Reale gesetzt und damit begann eine reine dogmatische Behandlung der Wissenschaft. Der moderne Chemiker folgert ungefähr also: Die Atome sind Realitäten, materielle Dinge; jedes materielle Ding nimmt einen Raum ein, folglich nehmen auch die Atome, welche das Molekül einer Verbindung zusammensetzen, bestimmte Räume ein und die hierdurch entstehenden Lagenverhältnisse zu ermitteln und dann durch Zeichnungen und Formeln zu veranschaulichen, ist die Aufgabe der chemischen Forschung. Der Strukturchemiker ist so naiv zu glauben, daß, wenn man das Molekül einer Verbindung sehen könnte, darin Atome ebenso angeordnet und räumlich getrennt zu unterscheiden wären, wie er sie anordnet und trennt in seinen Formeln. Damit ist aber der Charakter der wissenschaftlichen Auffassung völlig verkannt. Denn die Art und Weise, wie wir uns die Dinge vorstellen müssen, um sie denken oder begreifen zu können, wird hier selbst als ein Ding, als ein Konkretes angesehen. »Sieh unsere Strukturformeln an und du siehst die wirkliche Lagerung der Atome im Molekül,« oder »wenn du in ein Molekül hineinblicken könntest, so würdest du genau das wahrnehmen, was unsere Formeln abbildlich zeigen« — dies ist die wahre Meinung des Strukturchemikers.

9. Das Wesen der Strukturchemie ist das Wesen des Dogmatismus überhaupt. Derselbe negiert völlig den, wie man es bisher genannt hat, idealen oder intellektuellen Faktor, welcher in jeder wissenschaftlichen Erkenntnis steckt. Die Art und Weise, wie wir die Dinge erkennen, drückt auch das alleinige Wesen derselben aus, und so wie wir die Dinge dermalen auffassen, um sie auf ein System von obersten Grundsätzen beziehen zu können, müssen sie überhaupt aufgefaßt werden. Denn diese obersten Grundsätze sind selbst nichts anderes als Wirklichkeiten. Dies ist die Meinung des Dogmatikers. Der Dogmatismus ist naiv und unhistorisch. Ersteres, weil er Sein und Denken, Wirklichkeit und Begriff identifiziert, letzteres, weil er den historisch gegebenen und historisch zu erklärenden Standpunkt der Erkenntnis zur Erkenntnis überhaupt macht. Er übersieht, daß die Erkenntnis wie alles andere eine Entwickelung hat, in der das, was er für endgültig ausgemacht ansieht, nur ein Moment bildet.

10. Kant hat das Einseitige dieser dogmatischen Auffassung durchschaut und ganz richtig bewiesen, daß in jeder Erkenntnis oberste Grundsätze, »Kategorien« enthalten sind, die aber selbst jenseits aller Erfahrung liegen und deshalb erfahrungsgemäß gar nicht bewiesen werden können. Dies ist die unsterbliche Leistung seiner Vernunftkritik. Leider aber hat dieselbe damit den Dogmatismus nicht aus der Welt geschafft, sondern vielmehr den Grund zu einem neuen Dogmatismus gelegt, den man als den idealistischen bezeichnen muß. Kant ging nämlich, freilich unbewußt und deshalb unkritisch, von einem absoluten oder schöpferischen Denken aus; er betrachtete den Verstand oder die Vernunft als absolutes, sich selbst Gegenstand seiendes Subjekt, welches, indem es sich entwickelt, d. h. in Raum und Zeit sich darstellt, die anschaulich gegebene Welt selbst setzt. Das was wir erkennen, lehrte er, ist nicht das allgemeine Wesen der Dinge, sondern das Wesen unseres Intellektes. Wir haben also zwei ganz entgegengesetzte, sich völlig ausschließende Standpunkte vor uns: der empiristische Dogmatiker materialisiert die Elemente der Erkenntnis, die Begriffe, indem er diese selbst als Objekte ansieht, der idealistische Dogmatiker intellektuiert dagegen das Objekt der Erkenntnis, diese anschaulich gegebene Welt, und verflüchtigt sie zu einem bloßen Gedanken. In dem Verfahren des ersteren verschwindet der intellektuelle Faktor der Erkenntnis, wird alles zur puren, platten, handgreiflichen Wirklichkeit; in der des letzteren verschwindet die anschaulich gegebene Welt, werden palpable Dinge zu bloßen Gedankendingen. Allerdings hat Kant diese letzte Konsequenz nicht völlig gelten lassen, einige Realität hat er der Welt doch zuerkannt und zwar vermittelst der Supposition des »Dings an sich«, welches den Erscheinungen zu Grunde liegen soll, aber als solches gänzlich unerkannt bleibt. Dieses Ding an sich steht aber, wie man sieht, im Widerspruche mit dem idealistischen Grundcharakter der Kant'schen Auffassung. Denn wenn das, was wir erkennen, gar kein Objekt ist, sondern nur das in Raum und Zeit sich darstellende, in der Erkenntnis sich selbst erfassende, bewußt werdende Wesen unseres Intellektes, wie sollte eben dieser Intellekt dazu kommen, etwas von sich Unterschiedenes zu entdecken? Das ist ebenso unmöglich und unrichtig, als den Schatten, den ein Gegenstand wirft, von diesem Gegenstande abzulösen und von einem andern geworfen zu erklären.

11. Trotzdem ist dieses »Ding an sich« eines der scharfsinnigsten und materiell richtigsten Aperçus, an welchen die Vernunftkritik so überaus reich ist. Wir werden später auf die Natur und Bedeutung des »Dings an sich« näher eingehen. Vorderhand genügt es, darauf aufmerksam zu machen, daß eine Bestimmung dem Grundcharakter eines philosophischen Systems zuwiderlaufen oder, wie man gewöhnlich sagt, in formaler, logischer Hinsicht unzulässig sein kann. Daraus folgt aber in keiner Weise, wie in der Regel als selbstverständlich geschlossen wird, daß eben dieselbe auch in materieller Hinsicht abzuweisen ist. Ein anderes ist der Begriff, insofern er Bestandteil eines Systemes ist, ein anderes, insofern er unmittelbar auf die ihm zu Grunde liegenden Objekte bezogen oder Sachliches darin prädiziert wird. Ein spekulativ philo-

sophisches System ist die logische Anordnung von Begriffen. Die formale oder logische Prüfung eines solchen besteht darin, daß die es ausmachenden Begriffe auf ihre Anordnung — Koordination und Subordination — untersucht werden. Die Kritik erklärt das System für richtig, wenn die Grundbegriffe ihre Anordnung und Gültigkeit in allen Stockwerken des logischen Gebildes beibehalten und wenn in den abgeleiteten Begriffen nicht etwas behauptet wird, was den Grundbegriffen widerspricht. Sehr wahr und auch für seine Philosophie völlig zutreffend sagt Kant, »daß niemand es versuche, eine Wissenschaft zustande zu bringen, ohne daß ihm eine Idee zu Grunde liege.« Aber später zeige es sich, »daß der Urheber und oft noch seine spätesten Nachfolger um eine Idee herumirren, die sie sich selbst nicht haben deutlich machen und daher den eigentümlichen Inhalt, die Artikulation (systematische Einheit) und Grenzen der Wissenschaft nicht bestimmen können[1].« Die Grundidee der Kant'schen, überhaupt der idealistischen Philosophie ist es, die anschaulich gegebene Welt aus reinen Begriffen zu konstruieren oder, stumpfer, aber verständlicher ausgedrückt, zu zeigen, daß wir dieser Welt keine Erfahrung entnehmen können, welche nicht ursprünglich in dem Intellekte selbst gelegen sei. Diese Idee durchzuführen hätte Kant nimmermehr unternommen, wenn er sich dieselbe vorher in ihrem ganzen Umfange klar gelegt hätte. Denn stärker erwies sich doch die Wirklichkeit der Welt: — um diese zu sichern, supponierte der unbeugsame Idealist das »Ding an sich«, welches zwar unerkannt liegen bleiben, aber doch die Realität der Dinge verbürgen mußte.

12. Wir bezeichnen die Kritik, welche die Begriffe auf ihre Artikulation und logische Kohärenz, das ist systematische Anordnung, zu prüfen hat, als die formale; bezüglich der materialen Wahrheit des Systems, d. h. der Übereinstimmung mit dieser anschaulich gegebenen Welt wird jedoch durch diese Prüfung nichts entschieden. Ein philosophisches System kann in formaler Hinsicht ebenso richtig sein, als es in materialer falsch ist. Wovon hängt nun die materiale Wahrheit eines Systems ab? Allein von der Beschaffenheit der Begriffe selbst, aus welchen es errichtet ist. Wir bezeichnen die Untersuchung, welche hauptsächlich die Begriffe zum Gegenstand hat, als den realistischen Kritizismus und diejenige Philosophie, welche die vollkommene Übereinstimmung mit der anschaulich gegebenen Welt als obersten, leitenden Grundsatz ansieht, als die Philosophie der Wirklichkeit oder des Konkreten. Denn dieselbe geht von dem anschaulich Gegebenen, Bestimmten, Individuellen aus, bildet aus diesem ihre Begriffe und vereint letztere nach Maßgabe ihres Umfanges zu einem logischen Ganzen.

13. Die Naturforschung bildet in ihren einzelnen Disziplinen eine Philosophie des Konkreten; denn mit Bewußtsein geht sie von dem anschaulich Gegebenen aus als dem Grund und Zweck aller Erkenntnis. Jedoch ist die Auffassung des Naturforschers in den weitaus meisten

[1] Kritik der reinen Vernunft von Immanuel Kant. Herausgegeben von G. Hartenstein. Leopold Voß. Leipzig 1853. S. 591. Auf diese Ausgabe beziehen sich sämtliche Citate aus der Kritik der reinen Vernunft.

Fällen mit einem Fehler behaftet, der die größten Verwirrungen nach sich zieht und gründlich gehoben werden muß. Der Fehler besteht, wie bereits angedeutet wurde, einfach darin, daß der Naturforscher gewisse Begriffe für Realitäten ansieht, während sie doch in Wahrheit nur Schemata von Wirklichkeiten sind. Von der Stelle an, wo jene Meinung sich festgesetzt, wird alles nachfolgende schief, weil dogmatisch. In dieser Hinsicht wird die Naturforschung durch die bleibenden Resultate des Kant'schen Kritizismus richtig gestellt werden müssen. Der tiefste und wahrste Satz desselben ist: »Die Natur sei ganz vor euch aufgedeckt, euren Sinnen und dem Bewußtsein alles dessen, was eurer Anschauung vorgelegt ist, sei nichts verborgen, so werdet ihr doch durch keine einzige Erfahrung den Gegenstand eurer Ideen in concreto erkennen können[1].« Wenn die Vernunftkritik nur diesen einen Satz bewiesen und vor allen Angriffen sicher gestellt hätte, so würde sie nach unserer Meinung allein das hohe Ansehen verdienen, in welchem sie steht.

14. Aber was will denn dieser Satz besagen? Einfach das, daß unsere Vorstellungen, Ideen oder Begriffe Schemata der Dinge, nicht die Dinge selbst sind. Diese Wahrheit erscheint so selbstverständlich, jedermann so einleuchtend, daß vielleicht mancher mit einigem Erstaunen fragen wird: ja, worin besteht denn das neue und so hochwichtige derselben? Dieses Neue und Wichtige läßt sich, wie ich glaube, recht in die Augen springend darthun, wenn wir eine Reform, deren einschneidende Bedeutung wir am besten beurteilen können, weil wir sie selbst erlebt haben, auf jene Wahrheit beziehen. Ich meine die Reform, welche die biologischen Disziplinen durch Darwin erfahren haben. Dem vorurteilslosen Blicke dieses großen realistischen Denkers drängte sich die Wahrnehmung auf, daß dem Artbegriff ein vollkommen kongruentes Reales nicht entspreche oder, weniger abstrakt ausgedrückt, daß die Art als solche nicht existiere. Er fand den »idealen« Faktor in unserer Weise zu erkennen und zu klassifizieren heraus und war, soviel ich weiß, auch der erste, welcher eine Eigentümlichkeit daran entdeckte, welche man bisher übersehen hatte, nämlich die, in einem gewissen Grade willkürlich zu sein. »Als ich« — sagt Darwin — »vor vielen Jahren die Vögel von den einzelnen Inseln der Galapagos-Gruppe mit einander verglich und andere sie vergleichen sah, war ich sehr darüber erstaunt, wie gänzlich schwankend und willkürlich der Unterschied zwischen Art und Varietät ist[2].« Darwin sah hinter den Begriffen der Art und Varietät das Wirkliche, Konkrete, d. h. das Individuum. Der Artbegriff wurde ihm zu einem dürftigen, ja willkürlichen Schema, welches die ungeheure Mannigfaltigkeit des anschaulich Gegebenen nicht zu erschöpfen vermag; derselbe hörte auf, ihm als etwas real Gegebenes zu erscheinen, und so konnte in ihm die Idee einer Entstehung der Arten sich entwickeln. Daß Darwin dann noch weiter ging und nach den Gründen forschte, welche die Abänderungen, d. i. die individuellen Unterschiede

[1] Kritik der reinen Vernunft S. 367.

[2] Entstehung der Arten von Charles Darwin. Übersetzt von Bronn 1863. S. 60.

bedingen, war die notwendige Folge seines Erkenntnisdranges. Der erkenntnisbedürftige Mensch unterscheidet sich von anderen dadurch, daß er Fragen stellt, daß er dort ein Rätsel entdeckt, wo der gewöhnliche Kopf Handgreifliches wahrzunehmen glaubt. Gelingt es ihm, die Frage richtig zu formulieren, so ist das Schwierigste schon gethan: die Lösung ist dann nur ein Ergebnis der Zeit.

15. Wenn nun, wie wir rühmend anerkennen, die Vernunftkritik die Natur der Begriffe in bezug auf die anschaulich gegebene Welt richtig erkannt hat, so müssen wir anderseits den Nachweis führen, daß sie bezüglich Entstehung oder Abstammung derselben einer uralten Täuschung unterlegen ist. Der Nachweis kann erschöpfend nur im weiteren Verlauf dieser Untersuchungen geführt werden; hier können nur Andeutungen gegeben werden. Kant nahm nämlich an, daß die äußersten und obersten Begriffe aus dem Verstande entspringen, daß der Verstand aller Erfahrung vorhergehe, ja diese erst möglich mache.

16. Wir dagegen behaupten, daß die Begriffe in Worte gefaßte Vorstellungen sind. Das Vermögen, Vorstellungen zu erwerben, führen wir zurück auf die Fähigkeit des Organismus, von außer demselben befindlichen Gegenständen erregt zu werden oder Reize zu empfangen, dieselben aufzubewahren und bei den entsprechenden Anlässen zu reproduzieren. Die Fähigkeit, Reize zu empfangen, bezeichnen wir als Empfindung oder Sensation, die aufbewahrten Reize bilden das Gedächtnis, die reproduzierten bilden die Vorstellungen. Auf ihrer untersten, d. h. der sinnlichen Anschauung am nächsten stehenden Stufe sind Vorstellungen Reproduktionen gehabter Sinneseindrücke. Werden die Vorstellungen so mit Worten umschrieben, daß daraus sowohl ihre Übereinstimmung wie ihre Verschiedenheit von gewissen anderen Vorstellungen hervorgehen, so entstehen Begriffe. Abstrakt ausgedrückt sind Begriffe somit Verknüpfungen ungleichartiger, das ist räumlich-zeitlich oder sonstwie verschiedener Vorstellungen auf Grund gleichartiger Merkmale. Die Entstehung eines Begriffes setzt demnach eine meist ungeheure, wenigstens nicht ermittelbare Summe stattgefundener Sensationen und Reproduktionen voraus. Die Begriffsbildung ist insofern willkürlich, als die verschiedenartigsten Vorstellungen begrifflich verknüpft werden können, wenn sie nur ein Merkmal, wirklich oder auch nur scheinbar, gemeinsam haben. Das, was wir eben als den idealen Faktor in der Begriffsbildung bezeichneten, beruht gerade auf dieser willkürlichen Art, Begriffe zu erzeugen. Dieser »ideale« oder »intellektuelle Faktor« ist, wie später gezeigt werden wird, die erste und oberste Quelle des Irrtums. Das Vergleichen und Nebeneinanderstellen verschiedener Vorstellungen charakterisiert das künstlerische, das Vergleichen und Nebeneinanderstellen verschiedener Begriffe das wissenschaftliche Denken. Häufig ist das letztere niemals völlig rein. Auch in den Gedankengebilden der schärfsten Denker läßt sich später immer nachweisen, daß sie von gewissen Vorstellungen beeinflußt waren, die sie nicht auf klare, deutliche Begriffe erheben konnten. Dies ist eine zweite Quelle des Irrtums; leider ist sie am schwierigsten zu entdecken und oft irren, wie wir Kant sagen hörten, die spätesten Nachfolger daran herum.

17. Wird der Begriff mit seinen Prädikaten vermittelst der Sprache gesetzt, so wird derselbe dadurch selbst zum Objekte und nunmehr können durch Nebeneinanderstellung verschiedene Begriffe auf Grund ihrer gleichartigen Prädikate wiederum begrifflich vereint werden; auf diese Weise entstehen höhere Begriffe aus niederen und schließlich die obersten Abstrakta wie Sein, Leben, Stoff, Werden, welche die heterogensten Dinge vermöge eines einzigen Prädikats umfassen. Es ist klar, daß bei diesen aufwärtssteigenden Begriffsbildungen die Zahl der Merkmale immer mehr ab, während die der darunter befaßten Individuen oder Erscheinungen fortwährend zunimmt. Die Entstehung der Begriffe aus Begriffen läßt sich am leichtesten einsehen, wenn man verfolgt, wie in den deskriptiven Disziplinen die Begriffe der Art, der Gattung, Familie, Ordnung, Klasse und Typen gebildet werden. So ist die Art *Canis familiaris* durch die sehr zahlreichen Merkmale charakterisiert, welche allen eigentlichen Hunden ohne Ausnahme zukommen. Davon in bezug auf Schwanzbildung und Krümmung, Behaarung und Färbung, Pupillenstellung und Lebensweise verschieden, aber in bezug auf allgemeine Bildung des Rumpfes und Kopfes, der Bezehung und der Krallen, auf Anordnung und Form der Zähne damit übereinstimmend sind die Arten *Canis lupus*, *Canis vulpes* etc. Insofern nun die drei genannten Arten wiederum gleichartige Merkmale aufweisen, bilden sie die Gattung *Canis*. Es ist klar, daß diese Gattung schon ziemlich weit von den anschaulich gegebenen und einzeln existierenden Hunden, Wölfen und Füchsen entfernt liegt, und daß es dem Menschen völlig unmöglich gewesen wäre, sie zu bilden, wenn er nicht durch Worte und Zeichnung ein Mittel besessen hätte, sich ein künstliches Objekt in den Artbegriffen *Canis familiaris, C. lupus, C. vulpes* zu unterlegen. Der Gattung *Canis* stehen am nächsten die Gattungen *Otocyon, Nyctereutes, Lycaon* etc. Durch Vereinigung der gleichartigen Merkmale dieser Gattungen werden die Merkmale erhalten, welche die Familie der *Canina* auszeichnen, die Unterschiede dagegen bleiben unberücksichtigt. Das arbiträre Element, welches solchen begrifflichen Anordnungen anhaftet, wird in den angezogenen Fällen dadurch dargethan, daß gewisse Systematiker etwas abweichend verfahren. Nach der Ansicht solcher steht z. B. die Spezies *Canis vulpes* von der Spezies *Canis familiaris* so weit ab, daß sie als eigene Gattung, *Vulpes*, gesetzt werden muß. Dieselbe besitzt dann denselben Rangwert wie die Gattungen *Lycaon, Nyctereutes* etc. — Auf ähnliche Weise wie die Familie *Canina* sind die Familien *Felina, Gracilia, Ursina* u. s. w. entstanden. Vereinen wir diese Familien, indem wir die Unterschiede fallen lassen und das Gemeinsame, welches sich im Zahnbau, in der Lebensweise, in Anordnung der Zitzen, in der Bildung der Fußsohle u. s. w. ausspricht, übrig behalten, so entsteht wiederum ein höheres Begriffsgebilde, die Ordnung der Karnivoren. Die Karnivoren können dann auf analoge Weise mit den Bimanen, Quadrumanen, Flattertieren u. s. w. vereinigt werden, und es entsteht die Klasse der *Mammalia*. Die *Mammalia* besitzen wie die *Aves* ein inneres Knochengerüste, ein vierkammeriges Herz und Blut von bestimmter Eigenwärme. Vernachlässigen wir beide letztgenannte Unterschiede, so bleibt nur noch der Besitz der Wirbelsäule übrig, welche auch den Klassen der Reptilien,

Amphibien und Fische eigentümlich ist. Auf diese Weise ist schließlich der Typus der *Vertebrata* entstanden oder begründet.

18. Werden Merkmale, welche an anschaulich gegebenen Objekten nie zusammen auffindbar sind, doch begrifflich vereinigt, so entstehen Phantasmen oder Hohlbegriffe. Diese Hohlbegriffe haben in den meisten Fällen ihren Ursprung nicht im Drange nach Erkenntnis, sondern in gewissen persönlichen und gemütlichen Bedürfnissen, unter welchen das, ewig zu leben, das hervorstechendste ist. Das Vergleichen und Kombinieren solcher Phantasmen charakterisiert die Dialektik, eine Scheinerkenntnis, die man bis jetzt als spekulative Philosophie bezeichnet hat.

19. Da nach Kant es die Aufgabe des Verstandes ist, »das Mannigfaltige der Erscheinungen durch Begriffe zu verknüpfen«, so läge es durchaus im Sinne seiner Auffassung, zu sagen, daß der Verstand durch die in ihm gelegenen Mittel unsere obige Begriffsgliederung bewirkt habe. Unsere Auffassung ist aber eine wesentlich andere. Wir haben gesehen, daß unsere Klassifikation dadurch entstanden ist, daß von unseren Objekten gewisse Merkmale fallen gelassen, andere aber beibehalten wurden. Dabei ist freilich zu bemerken, daß wir Objekt jetzt in einem sehr weiten Sinne nehmen: wir verstehen darunter hier nicht nur das unmittelbar Gegebene, das Anschauliche, sondern auch das Abgeleitete, das durch Vermittelung des Wortes zum Objekt Erhobene, den Begriff. Der Begriff ist somit ein künstliches, durch das Denken gesetztes Objekt. Nun ist aber in unseren Objekten nichts enthalten, was nicht anschaulich belegt werden könnte: die Wirbeltiere besitzen eine Wirbelsäule, die Säugetiere gebären lebendige Junge, welche sie säugen, die Raubtiere besitzen ihr charakteristisches Gebiß u. s. w. Ferner verdankt unsere Einteilung offenbar nur dem Bedürfnis, ein zur leichten und raschen Orientierung in der ungeheuren Mannigfaltigkeit der Dinge geeignetes Schema zu besitzen, ihren Ursprung. Es ist demnach nicht einzusehen, warum Form und Inhalt künstlich getrennt werden sollen. Der Verstand, so sagt der kritische Idealist, ist das Vermögen, das Mannigfaltige der Erscheinungen durch Begriffe zu verknüpfen. Das anschaulich Gegebene, soweit es begrifflich geordnet ist, heißt Verstand — so sagt der kritische Realist. In ersterer Definition bedeutet Verstand ein ursprüngliches Vermögen oder ein Sein, in der zweiten ein Produkt, ein Gewordenes, dessen Wesen man erklärt, indem man zeigt, wie es entstanden ist. Nach unserem, der Zoologie entlehnten Beispiele heißt zoologischen Verstand besitzen, Begriffe zur Beurteilung bereit haben, aus welchen hervorgeht, daß dieses oder jenes tierische Individuum diesem Typus, dieser Klasse, Ordnung, Familie, Gattung und Art angehöre. Wenn der Zoologe erkennt oder urteilt, daß dieses Tier diesem Typus, dieser Klasse u. s. w. einverleibt werden müsse, so begründet er seine Erkenntnis durch den Nachweis, daß es eben die Merkmale besitzt, welche die Merkmale dieses Typus, dieser Klasse, Ordnung u. s. w. ausmachen. Das Urteil ist ein objektives, da es mit Gründen belegt werden kann, die allseitig zugänglich, weil sinnlich aufweisbar sind.

20. Damit ist das Wesen des menschlichen Verstandes auf eine von der Kant'schen Auffassung völlig abweichende Weise formuliert.

Denn Kant setzte den Verstand als ein Vermögen an sich voraus, welches mit keinem andern Vermögen Ähnlichkeit besitzt und deshalb auch gar nicht erklärt werden kann. Der Kant'sche Verstand urteilt gleichsam kraft göttlicher Kreditive; vor den Richterstuhl der Erfahrung will er sich nicht stellen lassen, weil er behauptet, selbst der Urheber der Erfahrung zu sein. Wir aber sind der entgegengesetzten Ansicht, wir behaupten, daß der Verstand ein abgeleitetes, entstandenes Vermögen ist, dessen Wesen man erklärt, indem man die Bedingungen nachweist, aus welchen es entsteht. Die Art eures Bestimmens, Urteilens und Schließens ist die Art eures Verstandes. Dieselbe ist abhängig 1) von der systematischen Einheit (Artikulation) eurer Begriffe (formales Element), 2) von dem Inhalt der Begriffe, das ist von dem sinnlich Gegebenen, welches darin verbunden wird (reales Element). Seid ihr nicht im stande, eure Art, zu erkennen und zu urteilen, durch Thatsachen der Natur und der Entwickelungsgeschichte der Menschheit zu begründen, so hilft euch die formale Einheit eurer Begriffe gar nichts: sie sind eben erdichtet.

21. Wie kann nun der Widerstreit der Ansichten geschlichtet werden? Allein dadurch, daß man die Kant'sche Theorie vom Wesen des Verstandes kritisch prüft. Diese kritische Prüfung kann nur zweierlei darthun: entweder daß der Verstand ein ursprüngliches oder daß er ein entstandenes Vermögen ist. Ein dritter Fall ist unmöglich und so ist die Frage nach dem Wesen des Verstandes auf ihre einfachste Formel gebracht. Die Bewegung für Kant in der Gegenwart bietet außerdem zwei wichtige Vorteile dar: erstens ist der Boden zur Erörterung und zu allseitigem Verständnis genugsam vorbereitet und zweitens haben wir es nur mit dem System eines einzigen Denkers und zwar des charaktervollsten, überlegensten und konsequentesten der Neuzeit zu thun. Die Spekulation nach ihm hat sich erschöpft, ja, was vielleicht noch mehr ins Gewicht fällt, sie ist gänzlich in Mißkredit gekommen. Es gibt außer Kant heute keinen einzigen idealistischen Philosophen von nur annähernd dem Ansehen, welches z. B. Hegel zu Lebzeiten genoß. Schopenhauer, der vielleicht in erster Linie in Betracht zu ziehen wäre, ist nur Halbidealist und steht insbesondere betreffs des menschlichen Verstandes zum größeren Teil auf realistischer Seite. Er hat überhaupt nur die transcendentale Ästhetik gelten lassen, bezüglich der Kategorienlehre aber erklärt, daß sie fast gänzlich unhaltbar sei, und verlangt, daß von den zwölf Kategorien elf »zum Fenster hinausgeworfen« und nur »die der Kausalität behalten würde[1]«.

»Auf Kant zurück« hat man gerufen! Ganz gut! Aber wenn die Flucht zu Kant oder, wie Carneri wohl treffender gesagt hat, hinter Kant auch keinen Haltpunkt gewährt, wie heißt denn dann die Parole für die Philosophie? Es gibt dann nur noch eine, sie lautet: Vor zu den Naturwissenschaften! Es ist die unsere.

[1] Schopenhauer, sämtliche Werke, Bd. II. S. 531.

Wie ist heute Hume's Theorie der Kausalität zu beurteilen?

Von

Karl Friedr. Jordan.

(Schluß.)

Kehren wir wieder unmittelbar zu unserem Problem zurück. Wir haben erkannt, daß der verallgemeinernde Schluß nicht aus der Erfahrung und ebensowenig durch den Verstand gezogen werden kann.

Dieser Schluß ist also unbewiesen. Die Wahrheit, ob die Allgemeinheit einer Folge von Ursache und Wirkung besteht oder nicht, ist unerkennbar. Aber der Mensch nimmt das erstere an. Was für einen Schritt begeht er damit? — Er stellt, naturwissenschaftlich gesprochen, eine Hypothese auf. — Es ist dies Verfahren das der Induktion. Es ist wohlberechtigt; denn es hat sich in den Naturwissenschaften voll bewährt und ist das einzige, das wir besitzen, um Aufschluß über die Dinge zu erhalten.

Freilich ist sich der Mensch im vorliegenden Falle dessen nicht bewußt, daß er eine Hypothese aufstellt, die als Hypothese besteht, solange sie nicht an den Thatsachen genügend geprüft ist, sich an ihnen bewährt hat, um später zu einer Theorie und zuletzt zu einer wissenschaftlichen Wahrheit erhoben zu werden. — Was den Menschen vielmehr zu seinem Schluß vom Vielen auf Alles veranlaßt, ist nach Hume das Prinzip der Gewohnheit[1], das in der Weise wirkt, wie wir es oben auseinandergesetzt haben.

Nun aber wird durch die Gewohnheit nicht nur mit einer Ursache zugleich (in der Vorstellung) ihre Wirkung hervorgerufen, sondern auch mit einer Wahrnehmung die ihr ähnliche oder die sie in Raum oder Zeit[2] ein- oder mehrmal berührt habende[3]. Eine Sichtung und Richtigstellung unter diesen durch Ideenassoziation zugleich hervorgerufenen Vorstellungen, eine Bestimmung darüber, welche von ihnen in kausalem Zusammenhange miteinander stehen, wird durch die praktische Erfahrung gegeben, durch die Erfolge in der Anwendung jener Hypothese. Wenn wir *a* wahr-

[1] Hume, a. a. O. Skeptische Lösung der Zweifel. Abschnitt 1. S. 43 ff.

[2] Zu diesen gehören (nebenbei bemerkt) gleichfalls Ursache und Wirkung, da sie sich in der Zeit folgen.

[3] Hume, a. a. O. Abteilung III. Über die Verbindung der Vorstellungen. S. 26—27.

nehmen; wenn früher darauf ein *b* gefolgt ist oder überhaupt in irgend einer Weise mit *a* zusammengehangen hat; und wenn dies b nun auf Grund des Prinzips der Gewohnheit durch Ideenassoziation in der Vorstellung hervorgerufen wird, so erwarten wir, daß *b* auch in der Wirklichkeit erscheine. Dies ist nichts anderes als: wir wenden unsere Hypothese auf die Wirklichkeit an. Tritt nun das *b* thatsächlich ein, so ist dies ein Beweis für unsere Hypothese; *a* und *b* sind kausal verknüpft; und je öfter es in gleichen Fällen eintritt, desto mehr wird unsere Hypothese fest- und sichergestellt.

Eine Hypothese ist nichts als eine Frage an die Erfahrung; antwortet die Erfahrung bejahend, so bestätigt sie die Hypothese, und je öfter, desto mehr. Die Hypothese wird dadurch zur Theorie, zur wissenschaftlichen Wahrheit.

Genau auf diesem Wege gestaltet sich unser kausales Schließen zu einer fest begründeten Anschauung oder — wie es Hume ausdrückt[1] — einem Gefühle, welches nach ihm[2] das Schließen von der Ursache auf die Wirkung, die Anwendung der Kausalitätstheorie auf bestimmte Fälle wie eine Art natürlicher Instinkt oder Trieb[3] vollzieht, der sich gleich beim Beginn des Lebens und Denkens geltend macht. Diesem Gefühl legt Hume als den passendsten den Namen Glaube bei[4]. — Der Kausalitätsglaube ist die zur wissenschaftlichen Wahrheit gewordene Kausalvorstellung.

Kirchmann greift in seinen Erläuterungen zu Hume's Abhandlung[5] diese Auseinandersetzungen an, indem er sagt, daß wir es auch gewohnt sind, Vorgänge stets aufeinander folgen zu sehen und beim Eintritt der einen die anderen zu erwarten, welche nicht das Verhältnis der Kausalität zu einander besitzen. Dahin gehören z. B. Tag und Nacht.

Dieser Einwand ist nicht stichhaltig. Denn (um bei dem angeregten Beispiel stehen zu bleiben) daß der Tag nicht die Ursache der Nacht sein kann oder umgekehrt, sehen wir daraus, daß für beide ein Drittes als gemeinsame Ursache vorhanden ist, nämlich die (scheinbare) Bewegung der Sonne am Himmel. Wir sehen, daß regelmäßig, wenn die Sonne erscheint, der Tag beginnt, und mit ihrem Untergange die Erde in Nacht gehüllt wird: daher ist die Ursache des Tages das Erscheinen, die der Nacht das Verschwinden der Sonne. Und da die Sonne in regelmäßigem Wechsel kommt und verschwindet, so wundert uns nicht der regelmäßige Wechsel von Tag und Nacht, auch ohne daß wir uns versucht fühlen sollten, einen kausalen Verband zwischen beiden zu vermuten.

Übrigens zeigt es sich ja oft, daß der Mensch die Ursache eines Vorgangs in einem zwar konstant auftretenden, aber bloß begleitenden Umstande sucht. Hier sehen wir, wie die Erfahrung ihn täuscht; aber nur so lange, bis er durch zufälliges und dann — auf sein Experimentieren hin — wiederholtes Ausbleiben dieses Umstandes seinen

[1] Hume, a. a. O. S. 50.
[2] Hume, a. a. O. Skept. Lösung u. s. w. Abschn. 1. S. 49.
[3] Hume, a. a. O. Skept. Lösung u. s. w. Abschn. 2. S. 57.
[4] Hume, a. a. O. Skept. Lösung u. s. w. Abschn. 2.
[5] Hume, a. a. O. S. 183 ff., 184.

Irrtum einsieht und nun in anderen Umständen die wahre Ursache vermutet.

Das andere Beispiel Kirchmann's halte ich für ebensowenig beweisend. Ein gewisser Laut ruft eine bestimmte Vorstellung im menschlichen Denken hervor; warum halten wir jenen nicht für die Ursache des vorgestellten Gegenstandes? — Sehr einfach: weil zwar, wie die Erfahrung zeigt, mit dem Laute zugleich immer jene Vorstellung auftritt, nicht aber — gleichfalls der Erfahrung gemäß — mit dem Laute immer der Gegenstand. Hätte man also wirklich jemals die Hypothese aufgestellt, daß der Laut die Ursache des mit ihm bezeichneten Gegenstandes sei, so würde die spätere Erfahrung diese Hypothese als falsch erweisen.

Hume's ganze Auseinandersetzung hat gewiß Wahres und viel Überzeugendes an sich, und wir meinen, daß sie in ihrer Totalität sich nicht widerlegen läßt. Daß bei dem Entstehen des Kausalbegriffs auch als eines reinen (leeren) Begriffs die Erfahrung nicht völlig unbeteiligt ist, haben wir ja bereits oben gezeigt. — Es muß uns aber Eines bei der Hume'schen Beweisführung auffallen. Hume spricht davon, daß die Kausalitätsvorstellung aus tausend Fällen der Erfahrung sich herausbilde, und doch erwirbt sich das Kind ein spezifisches Kausalitätsgefühl (von einem Begriff ist allerdings noch nicht die Rede), unterschieden von dem Glauben infolge der übrigen Fälle der Ideenassoziation, in sehr kurzer Zeit, wenn seine übrigen Anlagen und Fähigkeiten noch lange nicht ausgebildet sind, wenn es in seinem Denken und Handeln noch völlig unsicher und hilflos ist.

Dieser Einwurf wird auch von Bolliger[1] gemacht, aber übertrieben, bezw. falsch dargestellt. Daß wir immer gleich von einem Falle schliessen, stimmt nicht. Wir thun es allerdings meist dann, wenn wir schon im vollen Besitz und Bewußtsein des Kausalbegriffs sind, ohne daß wir deshalb schon der Richtigkeit unseres Schlusses ganz sicher wären. (In solcher Sicherheit wiegt sich nur ein ungenauer, voreiliger Experimentator.) Das noch nicht der Kausalität bewußte Kind wird zwar oft auch gleich durch einen Fall kausaler Erscheinung — wenn er ihm auffällig, deutlich und übersichtlich war — bestimmt werden, künftig einen entsprechenden Übergang von der Ursache zur Wirkung zu machen; aber dies geschieht doch erstens nicht immer, zweitens zum Teil verworren; drittens ist das Kind dann, wenn auch zu größerer Sicherheit dem bestimmten Fall gegenüber, doch noch nicht zu der Kausalitätsvorstellung gelangt. Daß aber schon mit einem Fall die Gewohnheit des Übergangs beginnt, sagt ja auch Hume.

Aber doch geht die Erwerbung des Kausalbegriffs — wie übrigens aller allgemeinen Begriffe — im Gegensatze zu allen anderen Erfahrungskenntnissen verhältnismäßig sehr schnell vor sich; und ferner vergißt man sie nicht. Das muß zu Gunsten der Ansicht sprechen, daß eine natürliche (apriorische) Anlage kausalen Schließens schon bei der Geburt in uns vorhanden sei. — Aber dafür spricht noch anderes. Zunächst Hume's Beweisführung selbst.

---

[1] a. a. O. S. 103.

Wenn die Gewohnheit die Kausalvorstellung in uns erzeugt und festigt zu einer dauernden Fähigkeit, so ist die Frage, ob diese sich nicht auf die Nachkommen der Menschen vererbt, zumal diese Fähigkeit so allgemein in den Menschen (und Tieren) verbreitet ist. Hume selbst scheint dieser Meinung nicht allzufern gestanden zu haben, wenn er sagt[1]: »Es entspricht mehr der allgemeinen Weisheit der Natur, eine »so notwendige Thätigkeit der Seele« (wodurch man gleiche Wirkungen von gleichen Ursachen ableitet) »durch Instinkt oder einen mechanischen »Trieb zu sichern, welcher in seiner Wirksamkeit frei von Irrtum bleibt, »gleich beim Beginne des Lebens und Denkens sich geltend macht und »von den mühsamen Begründungen des Verstandes unabhängig ist. So »wie die Natur uns den Gebrauch unserer Glieder gelehrt hat, ohne »uns die Kenntnis der Muskeln und Nerven, durch die sie erfolgt, zu »geben, so hat sie auch einen Instinkt uns eingepflanzt, welcher die Ge»danken in derselben Richtung führt, die sie für äußere Gegenstände »festgestellt hat.«

Der Gebrauch unserer Glieder ist uns angeboren, weil uns zwar nicht die Kenntnis der Muskeln und Nerven, aber Muskeln und Nerven selbst gegeben sind; schon im Kinde liegt (mit ihnen) die Anlage für diesen Gebrauch in seiner bestimmten Art. Ebenso ist es also mit der Kausalvorstellung. Hume scheint dies empfunden zu haben, doch ist er sich wohl nicht genügend klar darüber geworden — vor allem, weil ihm die Betrachtung des einzelnen Menschen als eines Gliedes in einer langen Kette der Entwickelung (der Anthropogenesis) jedenfalls fremd war; er nimmt — wie die meisten Philosophen — den Menschen isoliert als ein fertiges Produkt, ohne auf sein Werden als Gattung Rücksicht zu nehmen. Dann aber ging sein Hauptinteresse nicht auf die natürliche Anlage, sondern darauf hin, zu zeigen, wie der Kausalitätsbegriff nicht als absolutes Verstandesprodukt dasteht, das im Verstande Anfang und Ende hat — gleichsam eine reine Idee, daß ferner die Kausalität auch nicht in der Erfahrung liegt, aus der wir sie einfach entnähmen, sondern daß wir zu diesem Begriff, aus der Erfahrung schöpfend, durch die Gewohnheit gelangen.

Das wollte er zeigen, und darum entging ihm das andere, worauf wir jetzt hinaus wollen, daß nämlich der soeben erwähnte Prozeß deshalb möglich ist, weil wir eine Geistesanlage besitzen, welche durch die Anregung der erfahrungsmäßigen Gewohnheit zur bewußten Kausalitätsvorstellung sich entwickeln kann.

Zu dieser Annahme nötigt uns noch eins. Wenn nämlich die Kausalvorstellung wirklich rein (d. h. vollständig) aus der Erfahrung geschöpft würde, dieser gegenüber mit ihren Eindrücken der menschliche Geist sich wie eine leere Tafel verhielte, wie kommt es dann, daß, wie auch H. Spencer[2] bemerkt, die verschiedenen Menschen und auch Tiere das Vermögen kausalen Schließens in verschiedenen und nicht willkürlichen Graden der Ausbildung erlangen? — Es kann nicht geleugnet

[1] Hume, a. a. O. S. 57.

[2] Prinzipien der Psychologie. Übersetzt von Vetter. Stuttgart 1882. 1. Bd. §. 208. S. 489.

werden, daß verschiedene menschliche Individuen über dieses Vermögen trotz einer gleichen Erziehung und Ausbildung nicht im gleichen Maße verfügen; dasselbe gilt für die Tiere, besonders im Verhältnis zu den Menschen; und man kann um diese Erscheinung nicht etwa auf die Weise herumkommen, daß man zwischen Tieren und Menschen eine durchaus trennende Grenze errichten wollte — ganz abgesehen von sonstigen Beziehungen in unserem Falle aus dem Grunde nicht, weil man den Tieren doch gewiß nicht das kausale Schließen absprechen kann[1]. — Woher käme nun die verschieden große Vollkommenheit der Kausalvorstellung bei verschiedenen Wesen, welchen die gleiche Erfahrung zugänglich war, wenn nicht die Höhe der möglichen Ausbildung von einer von Anfang an in den Wesen gegebenen Anlage oder Fähigkeit (irgend welcher Art) abhängig wäre, durch sie bedingt und bestimmt würde!

Kant war es bekanntlich, der zuerst diese Annahme machte, indem er die Kausalitätsvorstellung als apriorisches[2] Vermögen in die Reihe der Kategorien einordnete, als welche er alle mit Allgemeinheit und Notwendigkeit verknüpften Vermögen betrachtete. Aber Kant betonte die erfahrungsmäßige Gewohnheit zu wenig, sowohl bezüglich der Rolle, die sie in der Entwickelung des Individuums (der Ontogenese), als der, die sie in der Entwickelung der Gattung (der Phylogenese) spielt. Von der letzteren redet er überhaupt nicht. Was erstere betrifft, so meint er, daß die Kausalitätsvorstellung sofort bei der Geburt vorhanden sei, aber als leere Form. Die Erfahrung gibt derselben den Inhalt. Der Verstand wendet hiernach den Kausalitätsbegriff sogleich fertig an, sobald die Erfahrung dazu geeignete Fälle bietet. Also nur die bestimmte Art kausalen Vorstellens in bezug auf die Gegenstände der Erfahrung lehrt die letztere, nicht aber lernt man aus ihr die Vorstellung von der Kausalität überhaupt.

Wir haben nun schon oben dargelegt, daß in der That auch diese Vorstellung an sich — soweit sie eben wirkliche (fertige, bewußte) Vorstellung und nicht bloß Vermögen, Fähigkeit, Anlage (Kategorie) ist — aus der Erfahrung gewonnen werde; und vor aller Erfahrung ist im Menschen nur die Anlage, diese bestimmte Vorstellung überhaupt (auf gewisse Einwirkungen hin) fassen zu können (und nicht eine anders gestaltete an derselben Stelle).

Wenn wir so uns jetzt auf einem Standpunkte befinden, der Kant zunächst näher ist und von Hume's Ansicht weniger an sich hat, indem dieser Philosoph sich ja so ganz vorwiegend auf die Erfahrung stützt, während sein »natürlicher Instinkt« in der Anwendung der Kausalvor-

[1] Hume selbst hebt a. a. O. Abteilung IX „Über die Vernunft der Tiere" ausdrücklich hervor, daß die Tiere kausal zu folgern vermögen. — Aber dem gegenüber ist es auch klar, daß sie darin nicht eine so große Fähigkeit und Virtuosität besitzen wie die Menschen.

[2] In Kant's Sinne hat das Wort „apriorisch" eine ganz bestimmte, engere Bedeutung als die, welche unmittelbar in ihm liegt und die ihm auch Hume beilegt. Apriorisch wird von ihm das genannt, was vor aller Erfahrung und vor allem Denken (Hume beschränkt sich auf ersteres) — als natürliche Anlage — schon bei der Geburt des Menschen in ihm vorhanden ist. — Vergl. auch unsere Anmerk. 1 auf S. 210.

stellung eine untergeordnete Rolle spielt, so wird sich im folgenden doch ein Gesichtspunkt ergeben, der uns auch Hume wieder erheblich nahe führt. Es wird dies auf die Weise geschehen, daß wir die Phylogenese, soweit sie den Menschen betrifft, ins Auge fassen.

Kant mit seinen Kategorien sieht (wie die meisten Philosophen, wie insbesondere auch Hume, was wir bereits erwähnten) im Menschen — bei seiner Geburt — ein fertiges Produkt, nach dessen Herkunft er nicht weiter frägt und das er nun so untersucht. Aber die Erkenntnis der fertigen Anlage, insbesondere das Studium des Geistes mit seinen vollendeten Vermögen befriedigt uns nicht; und weiter gibt uns eine Betrachtung des Entstehens und der Entwickelung einer Sache in allen Fällen ein viel größeres Verständnis von ihr.

Wo hat nun der Mensch — als Gattung — seine Fähigkeiten, seine gesamten Eigentümlichkeiten herbekommen? Sind sie von ewig her in ihm oder nicht? — Hier stehen sich zwei Ansichten gegenüber. Aber es ist heutzutage klar, daß, wenn man überhaupt über diesen Punkt eine Ansicht äußern will, man sich zur Deszendenztheorie bekennen muß[1]. Danach ist der Mensch (wie alle Organismen) aus den niedrigeren und zuletzt den allereinfachsten Lebewesen hervorgegangen in all' seiner Eigentümlichkeit, mit all' den besonderen Eigenschaften, die er gegenwärtig besitzt. Diese Eigenschaften haben die Glieder seiner Ahnenreihe nach und nach erworben, die erworbenen weiter vererbend. So schreitet der Beobachter bei Betrachtung dieser (in ihrer thatsächlichen Beschaffenheit zumeist noch hypothetischen) Deszendenz aufsteigend von den einfachsten Konstitutionen der Organismen mit den wenigsten und am wenigsten komplizierten Eigenschaften zu solchen mit immer zahlreicheren und zusammengesetzteren Eigenschaften in allmählicher Stufenfolge fort — bis herauf zum Menschen in seiner jetzigen Gestalt.

In der gleichen Weise, wie so den Organismus als Ganzes, kann er auch jeden seiner Teile oder jede seiner Eigenschaften einzeln in ihrer fortschreitenden Entwickelung verfolgen. Von den letzteren die geistigen Eigenschaften auszuschließen, liegt durchaus kein Grund vor[2].

[1] Sie genügt unter anderm auch dem naturwissenschaftlich berechtigten Prinzip, von allen möglichen Ansichten, die über eine wissenschaftliche Frage aufgestellt werden können, die einfachste anzuerkennen. Denn sie erklärt das Dasein, das Werden aller Organismen aus den niedrigsten und einfachsten, deren Entstehung bleibt allein unerklärt. Das ist alles, was die Naturforschung erreichen kann, aber auch erstreben muß. — Verwirft man die Evolutionstheorie, so bleibt das Dasein einer ungeheuern Menge von Lebewesen unerklärt; und die Naturforschung ist in diesem Falle dem letzten Grundsatz: Erklärung des Komplizierten aus dem Einfachen, nicht gerecht geworden.

[2] Für den von den Ergebnissen der neueren Naturforschung Durchdrungenen ist es eine Notwendigkeit, das Prinzip des Darwinismus: die Entwickelung, als Grundlage seiner Weltanschauung anzunehmen. Für ihn ist es auch keine Frage, daß die Verstandesthätigkeiten sich diesem Prinzip ebenfalls unterordnen. Denn man kann sich nicht denken, daß die geistigen Fähigkeiten, die ein Wesen besitzt, an dasselbe gleichsam herangeflogen seien. Es leuchtet vielmehr ein, daß der Fortschritt, der sich vom vorgeschichtlichen Menschen bis zum Australneger, von diesem bis zum gebildeten Europäer bemerkbar macht, allmählich erfolgte durch Vererbung des Erworbenen und Aneignung des Neuen; dasselbe muß für den Übergang vom Tier zum Menschen angenommen werden. — Diese ganze Anschauung verbietet

Wir werden daher, wie es schon Spencer[1] und Du Bois-Reymond[2] gethan haben, wie für alle geistigen Eigenschaften, so auch für das Vermögen kausalen Vorstellens die Theorie aufstellen, daß dasselbe sich bei den Vorfahren des Menschen (den wir ja speziell im Auge haben) von den einfachsten Anfängen bis zu seiner jetzigen Höhe entwickelt hat[3].

Als eine erste Frage werden wir — bei Annahme dieser Theorie — aussprechen müssen: Wie ist der Ursprung, das anfängliche Herkommen der Kausalvorstellung zu denken? — Es ist nun dies genau die Frage, welche Hume mit der Hervorkehrung des Prinzips der Gewohnheit beantwortet hat. Die Frage ist genau dieselbe, nur daß sie bei Hume in ihrer Auffassung unbestimmt erscheinen oder doch zu nicht völlig klaren Folgerungen führen mußte. Wir glauben dies in seiner Betonung des Naturinstinkts sehen zu dürfen; er streift damit die Ansicht von der natürlichen Anlage bei den heutigen menschlichen Individuen, weil er fühlte, daß hierin etwas Thatsächliches lag, was seine Theorie der Gewohnheit unberührt ließ. Aber er wurde sich über die Beziehung desselben zu der letzteren nicht klar. Dies rührte daher, daß er den Menschen eben — in seiner jetzigen Gestalt — isoliert betrachtete. Das ist der Fehler seiner (und mancher anderen) Philosophie.

Wir haben den Punkt, wo die Frage nach dem Uranfang der Kausalvorstellung (wo also von einer Anlage zu derselben noch nicht die Rede ist[4]) zu stellen ist, zurückverlegt von der Geburt des jetzigen Menschen

indessen keineswegs die Annahme eines von der Körpermaterie unterschiedenen Geistes; ebensowenig schließt sie es aus, mit voller Zuversicht und begründeter Überzeugung an einen unendlichen Geist zu glauben, welcher die höchste — weil bewußte — Macht im Weltall ist, und den man sich auch keineswegs in (monistisch-) pantheistischem Sinne vorzustellen braucht, dem man vielmehr eine gewisse Art der Persönlichkeit zuschreiben kann.

[1] Psychologie. I. Bd. Besonders S. 436 ff. Ausbildung des Verstandes. Vernunft.

[2] Leibnizische Gedanken in der neueren Naturwissenschaft. Berlin 1871. S. 34.

[3] Wir müssen hier auf die in der Einleitung erwähnte Frage zurückkommen: Wie dürfen wir uns auf eine naturwissenschaftliche Theorie stützen, die doch nur auf Grund der Voraussetzung der Kausalität richtig sein kann — da sich doch unsere ganze Untersuchung um die Kausalität dreht? — Aber, können wir dagegen fragen, inwiefern dreht sie sich um die Kausalität? Soll etwa dargethan werden, daß die Annahme einer solchen falsch und zu verwerfen ist? -- Wir haben gesehen, daß dies Hume's Absicht nicht ist, sondern daß es sich vielmehr darum handelt, auseinanderzusetzen, daß die Kausalitätsvorstellung nicht direkt beweisbar ist. Nicht falsch, nur direkt unerkennbar soll sie sein. Deshalb aber bleibt sie — nach Hume's und unserer eigenen Meinung — doch immer eine Theorie, welche an der Erfahrung ihre Wahrheit zu erproben hat und die wir als Grundlage alles wissenschaftlichen Erkennens so lange für wahr zu halten berechtigt sind, als nicht Thatsachen ihr widersprechen und sie unwiderleglich als falsch erweisen. Da letzteres im vorliegenden Falle nicht geschehen ist, so darf allerdings jede naturwissenschaftliche Theorie, die sich auf der Basis der Kausalvorstellung nach derselben (Induktions-) Methode ergeben hat, in den Rahmen der Untersuchung gezogen werden, und eine mit ihrer Hilfe gegebene Erklärung irgend eines Verhältnisses kann von dieser Seite her nicht für falsch erklärt werden.

[4] Man kann mit Recht von einem solchen Punkte reden, da diese Anlage doch irgendwann und -wie einmal angelegt worden sein muß. -- Daß diese Anlage dabei zuerst völlig unentwickelt gewesen, noch kaum als das zu erkennen war, was sie später vorstellte, und sich nur ganz allmählich entwickelte und in ihrer Eigenart mehr und mehr herausbildete, braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden.

bis auf einen gewissen, aber unbekannten, doch theoretisch überhaupt anzunehmenden Zeitraum in seiner Vorfahrenreihe. Von dieser Stelle ab hat aber Hume's Gewohnheitslehre volle Gültigkeit. Nur die Gewohnheit konnte es bewirken, daß sich im Geiste die Vorstellung der Allgemeinheit der Folge von Ursache und Wirkung bildete, so daß der eine dieser Teile immer den anderen als unbedingtes Korrelat in der Vorstellung erweckt.

Allerdings muß auch hier etwas hinzugefügt werden. Auch in jenen frühen Zeiten niedriger Entwickelung verhielt sich der Geist nicht völlig, nicht ausschließlich rezeptiv. Die Art, die Form, wie sich die Allgemeinheit der kausalen Wirkung als Vorstellung herausbildete, hat ihren spezifischen Charakter durch die Natur des aufnehmenden Geistes erlangt.

Dies mag vielleicht für diesen Fall nicht so ganz sicher erscheinen, wird aber klar werden, sobald wir nun zu der Betrachtung der Vorstellung von der Kraft oder notwendigen Verknüpfung als dem letzten Teil des Kernes der Hume'schen Kausalitätslehre übergehen.

Wenn man sich frägt, wie es eigentlich angefangen werde, daß auf eine Ursache eine Wirkung, und zwar eine bestimmte, folge, und darauf die Antwort gibt, daß dies auf Grund einer zwischen Ursache und Wirkung thätigen notwendigen Verknüpfung geschehe, so stellt Hume die weitere Frage auf: Wie kommen wir dazu, eine solche Annahme zu machen? — Wir haben schon oben angeführt, daß er darauf zunächst negativ antwortet: Nicht durch Vernunftschlüsse. Weiter stellt er positiv fest, daß der Mensch (in seiner jetzigen Gestalt, fügen wir hinzu) im Einzelfall die Annahme einer notwendigen Verknüpfung nur der Erfahrung verdankt. Wenn er aber damit zusammenwirft, daß dies auch allgemein der Fall sei, so beschränken wir im Anschluß an die vorigen Erörterungen die Entstehung der allgemeinen Vorstellung der notwendigen Verknüpfung aus der Erfahrung auf die Phylogenese des Menschen, nehmen aber für seine Ontogenese das Vorhandensein einer Anlage zu dieser Vorstellung (als ererbter Eigenschaft) schon bei der Geburt an. Die Entwickelung dieser Anlage geschieht durch die Erfahrung an der Hand der Einzelfälle.

Hierbei sind (in der Ontogenese) nicht zwei analoge Fälle wie bei der Allgemeinheit der kausalen Folge zu unterscheiden, nämlich: 1) welche bestimmte Ursache mit welcher bestimmten Wirkung, und 2) daß eine Ursache überhaupt mit einer Wirkung verbunden ist; da, wenn von notwendiger Verknüpfung geredet wird, schon immer zwei Dinge (Ursache und Wirkung), die verknüpft werden, vorhanden sein müssen. Hat man aber diese und betrachtet sie wirklich als Ursache und Wirkung, so ist es nun — unabhängig von der Erfahrung — in keinem Falle mehr zweifelhaft, daß eine notwendige Verknüpfung — wenn überhaupt — zwischen ihnen beiden besteht.

Hume fährt nun fort, auseinanderzusetzen[1], daß dem Menschen (oder seiner Vorfahrenreihe) die Erfahrung — gerade wie bei der Ent-

[1] Hume, a. a. O. Über die notwendige Verknüpfung. Abschnitt 1.

stehung der Vorstellung von der Allgemeingültigkeit der Folge von Ursache und Wirkung — das Beispiel einer Kraft nirgends direkt darbietet. Er widerlegt zuerst die Ansicht, daß dieselbe in den äußeren Dingen gezeigt werde, und dann die, daß das Gleiche durch die Willensbestimmungen, sei es über körperliche Bewegungen, sei es über das Spiel der Gedanken, geschehe. Man spricht von einem Gefühl der Kraft, welches bei diesen sich unmittelbar bemerkbar mache. Aber es ist dies doch in der That z. B. bei der Hebung des Arms nur das Gefühl der Muskelanstrengungen, bei der Fassung eines neuen Gedankens das Bemerkbarwerden der Thätigkeit der Aufmerksamkeit oder der Zuwendung zu einer bestimmten Handelsvorstellung. Von einem Übergang der Wirksamkeit von den Willensbestimmungen auf die Objekte des Wollens wird nichts bemerkt. Jene Gefühle treten dann besonders hervor, wenn der Ausführung der Willensbestimmungen Hindernisse entgegenstehen, welche nun überwunden werden.

Noch weniger aber offenbart sich im Falle der leichten und sofortigen Ausführung eine Kraft. Hier ist dieselbe so plötzlich und unmittelbar, daß Wille und That als eins erscheinen, gar nicht einmal als zwei, zwischen denen nun noch etwas drittes, eine Nötigung des zweiten durch das erste, stehen sollte. Wollte man aber sagen: ebendies zeigt die innige Verknüpfung recht deutlich, so ist erstens zu erwidern, daß sich doch immer nur eine Verbindung (noch besser: ein Beieinander) und nicht eine wirkende Verknüpfung thatsächlich zeigt, und zweitens, daß der erste Fall, wo die Ausführung nur schwierig von statten geht, ja wieder einen Gegenbeweis gegen diese innige Verknüpfung abgibt.

So gelangen wir denn mit Hume[1] zu der Ansicht, daß die Vorstellung von der notwendigen Verknüpfung ihre Entstehung — in der Phylogenese — durch das Prinzip der Gewohnheit gewinnt. Wie man nun bei dem Auftreten einer Ursache — durch die Gewohnheit veranlaßt — nicht die bloße Vorstellung, sondern ein Gefühl des Eintretens der Wirkung als Folge erhält (das sich als Glaube an dieselbe darstellt), so tritt — ebenfalls auf Grund der Gewohnheit — außerdem noch das Gefühl eines Überganges von der Ursache zur Wirkung auf, das sich nach und nach zu der festen und immer charakteristischer und vollendeter auftretenden Anlage, eine notwendige Verknüpfung zwischen Ursache und Wirkung vorzustellen, ausbildet.

Aber gerade darin, daß dies ein Gefühl ist, welches also als solches gar nicht von der Erfahrung in den Geist übertragen sein kann, können wir erkennen, daß dieser auch in der Phylogenese — bei dem Prozeß der Entwickelung des in Frage stehenden Gefühls und allgemeiner der Kausalitätsvorstellung im ganzen — sich nicht völlig passiv verhält, sondern daß er bei dem erwähnten Prozeß zur Bildung des schließlichen Produktes beiträgt. Dieses Produkt geht in der That aus der Zusammenwirkung zweier verschiedenartiger Faktoren hervor: der auf den Geist einwirkenden Vorgänge der Erfahrung und der Art der Aufnahme derselben durch den Geist. Das sich Darbietende und das Erfassende —

[1] a. a. O. Notw. Verknüpfung. Abschnitt 1.

diese beiden Momente erzeugen ein Erfaßtes, das sich weder mit jenem rein deckt — aber doch ihm den wesentlichen Inhalt verdankt —, noch rein von diesem produziert wird — aber doch die ganze Form der Erscheinung von ihm erhält.

Wieviel übrigens bei der Bildung der Kausalitätsvorstellung vom Geiste hinzugethan wird, lassen wir hier unerörtert. Es bildet dies eine Frage für sich, die nicht eben leicht zu beantworten ist. Daß — um aus dem Gebiet der sinnlich wahrnehmbaren Qualitäten der Dinge ein Beispiel heranzuziehen — etwa die Farben nicht objektiv existieren, und was an ihrer Stelle in den Objekten wirksam ist und von uns subjektiv als Farbe empfunden wird, das hat erst die neuere Physik in bestimmter wissenschaftlicher Form festgestellt. Und diese Dinge sind noch leichter zu fassen und zu behandeln, da sie nur die sinnliche Wahrnehmung betreffen, während sich hier die Frage um eine Beziehungsform des Denkens dreht. — Es wäre aber ohne Wert, wenn wir uns bemühen wollten, leere Vermutungen, bloße Möglichkeiten ihrer Lösung zu ersinnen. Soviel scheint aber schon jetzt gewiß zu sein, daß der Begriff der Kraft als eines immateriellen Bandes zwischen Ursache und Wirkung oder auch nur der einer wirklichen fertigen Übertragung von Bewegung eine subjektive Zuthat zum Kausalbegriff ist. Daß wir jedoch berechtigt sind, etwas — eine Art der Wirkung *in den Dingen* anzunehmen, welche diesem Begriffe zu Grunde liegt, die von uns unter der Form dieses Begriffes erfaßt wird, scheint ebenso gewiß zu sein — wie ja auch die Wissenschaft einen objektiven Grund der (subjektiven) Farben, nämlich die Ätherschwingungen, annimmt.

Fritz Schultze ist entgegengesetzter Ansicht[1]. Die Kausalitätsvorstellung soll ganz und gar, mit all den Erscheinungen, an die sie anknüpft, subjektiver Natur sein. Indessen ist es klar, daß, wenn man den wahrgenommenen *Erscheinungen* einen objektiven Grund beilegt (was allerdings Schultze nicht thut; doch ist hier nicht der Ort, diese seine Ansicht zu widerlegen), auch die regelmäßige Verbindung und Folge von Ursache und Wirkung eine objektive Thatsache ist. *Dies* gibt auch Kirchmann, der nicht so weit geht wie Schultze, zu. Doch meint er nun, daß die Attribute der Allgemeinheit und Notwendigkeit, welche wir der Kausalität beilegen, rein subjektiv, eine bloße Beziehungsform des Denkens wären. *Wirklich* (objektiv) wäre nur jene zeitliche, regelmäßige Folge[2]. Aber wir haben schon hervorgehoben, daß die Annahme der Allgemeinheit (und ebenso die der notwendigen Verknüpfung) den Wert einer *wissenschaftlichen Theorie* hat, deren Inhalt ein objektives Verhältnis repräsentiert und an der nur die äußere Form, also speziell der Begriff der Kraft, subjektiv ist.

Das Objektive wird übrigens im vorliegenden Falle dem Subjektiven viel näher liegen, als bei der Farbe die Ätherschwingungen etwa dem Rot.

Man könnte gegen die *Subjektivität* des Begriffs der Kraft

[1] Philosophie der Naturwissenschaft. Leipzig 1881—82. Bd. II. S. 239, 321 ff.
[2] *Hume*, a. a. O. Erläuterungen, S. 181, 184, 192.

und Übertragung von Bewegung anführen, daß beide aus gewissen einfachen Fällen entnommen und auf alle anderen übertragen seien, und zwar aus solchen Fällen, bei denen diese Kraft und die Übertragung unmittelbar wahrgenommen würden. So die Kraft bei den Willensvorgängen, die Übertragung von Bewegung beim Anstoß eines Körpers mit der Hand. Aber oben haben wir gezeigt, daß in jenem Falle eine hinüberwirkende Kraft nicht wahrgenommen wird, und in diesem Falle ist es gleichfalls eine Täuschung, wenn man wahrzunehmen meint, wie die Hand zu dem Körper eine Bewegung hinträgt und sie ihm übergibt. Man beobachtet nichts weiter, als daß die Hand sich bis zu dem Körper bewegt, dort in der Bewegung innehält, und daß nun der Körper sich zu bewegen anfängt. Eine Übertragung bietet der Vorgang unseren Sinnen nicht dar. —

Den Unterschied zwischen objektivem und subjektivem Anteil an dem Kausalitätsbegriff hat Hume nicht in Betracht gezogen.

Ihm ist die Kausalität objektiv wahr; aber sie läßt sich nicht beweisen. Auch aus dem von uns Gesagten geht hervor, daß nichts uns die objektive Richtigkeit unserer Annahme einer notwendigen Verknüpfung beweist. Denn in beiden sie erzeugenden Faktoren: der erfahrungsmäßigen Gewohnheit und dem ihre Eindrücke verbindenden und gestaltenden Geiste liegt keine objektive Beweiskraft. Wenn wir daher zwar auf die dargestellte Weise zu dieser Annahme veranlaßt werden, so ist diese selbst doch immer nur eine Hypothese, die wir in dem Falle zu einer Theorie und wissenschaftlichen Wahrheit zu erheben berechtigt sind, wenn sie sich in ihrer verstandesgemäßen Anwendung auf andere Dinge bewährt. Nun wäre aber ein allgemeingültiges Nachsichziehen eines Vorgangs (Wirkung) durch einen anderen (Ursache) gar nicht denkbar, ganz und gar unverständlich, wenn man nicht einen mit Notwendigkeit verbundenen Einfluß, ein Hinüberwirken (oder wie man es nennen will) des letzteren auf den ersteren annehmen wollte. Diese Einflüsse in den verschiedenen Fällen kausaler Erscheinungen auf gewisse einfachere, übersehbarere zurückzuführen, ist die Aufgabe der Wissenschaft[1]. Aber nie wird dieselbe — wenn sie nicht an einer gewissen Stelle das Erklären aufgeben und sich darauf beschränken wollte, die Thatsachen der Erfahrung in gewisse allgemeine Formeln (etwa vergleichbar dem Goethe'schen Urphänomen in seiner Farbenlehre) zu bringen, die als gegeben und nicht weiter diskutierbar gelten — nie wird die Wissenschaft eine letzte Ursache ganz entbehren können. Diese wird allerdings in der Art, der Natur ihres Wirkens unerklärbar sein; aber dieses Wirken selbst müssen wir annehmen, um die allgemein vor sich gehende Folge von Ursache und Wirkung zu begreifen. Da nun diese Folge nach dem vorher Erörterten als eine wissenschaftliche Wahrheit gelten kann, so wird dadurch auch die Hypothese von der notwendigen Verknüpfung in den Rang einer solchen erhoben. Hiermit gilt sie als Wahrheit unbedingt so lange, bis Thatsachen ans Licht treten, mit welchen sie nicht im Einklang steht.

[1] Vergl., was wir darüber oben gesagt.

Wir kehren nun noch einmal zu der Theorie zurück, die wir von den Vorgängen der Erwerbung des gesamten Kausalitätsbegriffs in der Phylogenese gegeben haben.

Den Gründen, die uns zur Aufstellung derselben geführt haben, läßt sich noch einer hinzufügen. Es ist ein in der Deszendenztheorie enthaltener Satz, den wir als verbürgt ansehen dürfen: daß die Ontogenese eine abgekürzte Wiederholung der Phylogenese ist[1]. Wenn dieser Satz allgemeine Gültigkeit besitzt und wir ihn daher auch auf die Entwickelung des Kausalitätsbegriffs anwenden können, so müssen also die unbekannten Vorgänge dieser Entwickelung in der menschlichen Vorfahrenreihe sich im wesentlichen in der Erwerbung des Kausalitätsbegriffs beim menschlichen Individuum widerspiegeln; und umgekehrt kann man — soweit die letztere bekannt ist — die phylogenetische als ihr konform sich konstruieren. Wir haben nun aber gesehen, wie zu der ontogenetischen Entwickelung die erfahrungsmäßige Gewohnheit und die natürliche (angeborne) Anlage wirksam sind. Rückwärts schließend können wir daher das Prinzip der Gewohnheit auch in der Phylogenese als maßgebend und bestimmend ansehen. Es ist die Veranlassung zur Entstehung der Kausalvorstellung und dient auch weiterhin, wenn diese bereits zu einer — aus der Erfahrung durch die Gewohnheit — erworbenen Eigenschaft (Anlage) geworden ist, zur Befestigung und höheren Entwickelung dieser Vorstellung, während die erworbene Eigenschaft selbst, indem sie sich vererbt, im Laufe der Geschlechter höhere Ausgangspunkte für die (individuelle) Entwickelung der Kausalvorstellung abgibt.

Wir wollen zuletzt noch eine Frage streifen. Es könnte nämlich der Überlegung diejenige unterbreitet werden, wie schnell oder langsam die phylogenetische Entwickelung vor sich gegangen wäre, und dabei die Meinung sich erheben, daß eine ausgebildete Kausalvorstellung schon sehr bald (also bei auf ziemlich niedrigen Organisationsstufen stehenden Wesen) vorhanden gewesen wäre, wie dies z. B. die Ansicht Bolliger's[2] erfordern würde, der in der Regel schon einen Fall für hinreichend zur Erwerbung der Kausalvorstellung erachtet. Dem gegenüber muß doch hervorgehoben werden, daß man (wie wir schon oben bemerkten) nicht scharf genug unterscheiden kann zwischen der Kausalitätsvorstellung und der praktischen Anwendung des Kausalitätsverfahrens (um so zu sagen) in den besonderen Fällen in beschränkterem oder allgemeinerem Maßstabe. In einfachen, wenig komplizierten Fällen kausalen Wirkens wird ein Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung bald angenommen. (Ortsveränderung eines gestoßenen Körpers oder z. B., was subjektiv jedenfalls von größerem Eindruck ist: Schmerz infolge von Gegenlaufen gegen einen festen Körper u. s. w.) In schwierigen, d. h. aus Einzelereignissen vielfach zusammengesetzten Fällen dagegen wird die Gewohnheit oft verleiten, bei einem Nebenumstande die Wirkung zu erwarten, oder wir werden die Ursache gar nicht als genau die gleiche wiedererkennen. In der Regel werden wir zwei Vorgänge, die sich nur

[1] Das (von Haeckel so genannte) biogenetische Grundgesetz. Zuerst sprach diesen Satz Fritz Müller 1864 in seiner Schrift „Für Darwin" aus.

[2] Problem der Kausalität. S. 103.

um ganz wenig unterscheiden, für gleich erachten und folglich, wenn sie als Ursachen auftreten, bei beiden die gleiche Wirkung erwarten, während doch in der That verschiedene Wirkungen eintreten. So sieht sich der Geist häufig getäuscht, bisweilen nicht. Er macht falsche Schlüsse und befindet sich infolgedessen — je stärker die Erfahrung sich vermehrt und je komplizierter sie wird und je weniger scharf zugleich er dieselbe zu erfassen und zu durchdringen (gedanklich zu zergliedern und verbinden, zu ordnen) versteht, d. h. je tiefer in der Organisation er innerhalb der Phylogenese steht — in Ungewißheit und Verworrenheit, welche es zur Bildung fester, klarer Vorstellungen und Begriffe nicht kommen läßt. Schritt vor Schritt also nur mit der fortschreitenden Vervollkommnung der Gesamtorganisation und mit der Zunahme einzelner, bestimmter aus dem Chaos auftauchender Erfahrungsthatsachen wird die Entwickelung der Kausalvorstellung vor sich gehen.

Hiermit können wir unsere Betrachtungen beenden, da durch dieselben der Kern der Hume'schen Kausalitätslehre erörtert worden ist. Auf die Folgerungen einzugehen, unterlassen wir, da uns dies zu weit von der eigentlichen Lehre fort- und damit aus dem Rahmen des Themas herausführen würde. Im folgenden fassen wir die Ergebnisse unserer Betrachtungen noch einmal kurz zusammen.

In der Kausalitätsvorstellung sind wesentlich zwei Momente enthalten: 1. besitzen wir die Vorstellung von der allgemein gültigen Folge einer Wirkung auf eine Ursache; 2. die einer notwendigen Verknüpfung zwischen beiden, welche die Folge von Ursache und Wirkung oder die Erzeugung der zweiten aus der ersten bewirkt, durch welche diese gedanklich erklärt wird.

Beide Vorstellungen werden nicht durch aller Erfahrung vorangehende Verstandesschlüsse gewonnen. Sondern es erwirbt sie der Mensch in seiner phylogenetischen Entwickelung aus der Erfahrung, und zwar vermittelst des Prinzips der Gewohnheit. Ihr spezifischer Charakter aber gestaltet sich dabei unter der Wirkung des Geistes der menschlichen Vorfahren.

Auf diese Art befestigen sich die Vorstellungen in einer Anlage, die als ein Gefühl erscheint. Mit dieser Anlage versehen, tritt der Mensch in seiner jetzigen Gestalt seine Ontogenese an. Durch die Erfahrung wird die Anlage entwickelt, so daß aus ihr die bewußten Vorstellungen hervorgehen. — Dabei ist nach der jetzigen Ausbildung des Menschen die Vorstellung von der allgemeinen Folge von Ursache und Wirkung einer dem Umfange der Erfahrung entsprechenden verschiedenen Steigerung und Ausbreitung fähig.

Das kausale Verständnis der Einzelfälle verdankt der Mensch allein der Erfahrung; die Phylogenese hat hier nichts gethan, wie sie ihm ja überhaupt von der thatsächlichen Sinnenwelt nichts mitgibt bei seiner Geburt.

Die objektive Richtigkeit beider Vorstellungen ist dieselbe wie bei irgend einer (durch Induktion aus der Erfahrung geschöpften oder besser: im Anschluß an die Erfahrung gewonnenen) wissenschaftlichen Theorie. Direkt als wahr ist die Kausalität nicht erkennbar.

Es ist ersichtlich, daß wir trotz mehrfacher Einwürfe gegen Hume's Ausführungen, wie besonders in betreff der natürlichen Anlage des Menschen, dasjenige, was als das Hauptergebnis jener Ausführungen erscheint und was auch für uns neben der die natürliche Anlage berührenden Meinung das Hauptergebnis ist, nicht wesentlich angetastet haben: die erfahrungsmäßige Gewohnheit bleibt der letzte Quell unserer Kausalitätsvorstellung.

Wissenschaftliche Rundschau.

Philosophie.

Die Entstehung des Gewissens und die Illusion der Willens-Freiheit.

Eine Studie im Hinblick auf Rée's gleichbetitelte Arbeiten.

§. 1.

Der genetische Kritizismus ist das philosophische System unserer Zeit, allerdings das werdende und nicht das gewordene.

Auf allen Gebieten des Wissens arbeitet man an der gemeinsamen Aufgabe, das Reich der Erscheinungen unter Anerkennung des **Prinzips einer gesetzmässigen Entwickelung** zu studieren und die hierbei gewonnenen Bruchstücke zum Ganzen zu gestalten.

Der Charakter unseres wissenschaftlichen Arbeitens entbehrt nicht der historischen Beglaubigung.

Als die Philosophie den großen Kampf gegen das herrschende System des Mittelalters aufnahm, da fand sie zwei Aufgaben vor, welche sie nur nach einander lösen konnte: es handelte sich darum, zunächst das Prinzip der Gesetzmäßigkeit zur Geltung zu bringen und dann das Ganze der gesetzmäßig bestimmten Erscheinungen durch den Begriff der Entwickelung zu interpretieren.

Die Thatsache, daß wir oft nicht im stande sind, die Bedingungen anzugeben, unter denen eine Erscheinung eintritt, hatte dazu geführt, spontan-thätige, d. h. bedingungslos-wirkende Wesenheiten zu erdenken, welche jenseit der Welt der Erscheinungen wurzelten, um von dort aus, selbst unveränderlich, das veränderliche Getriebe des Diesseits zu beeinflussen und zu leiten.

Gegen dieses Reich der selbständig gemachten Abstraktionen, welches für den scholastischen Realismus so bezeichnend ist, zog die neuere Philosophie zu Felde, indem sie zunächst die Annahme spontan-thätiger Wesen, deren Handlungen aus dem Rahmen einer allgemeinen Gesetzmäßigkeit heraustreten, lebhaft bekämpfte. Jemehr nun in der That die

Beseitigung der Spontaneität gelang, um so mehr kam aber auch zum Bewußtsein, daß man mit derselben zugleich das lebensvolle Element der bisher gültigen Erklärung aufzugeben gezwungen war und daß dafür irgend ein Ersatz geschafft werden mußte. Hier half der Begriff der Entwickelung ab, welcher nun gegenüber der Unveränderlichkeit der scholastischen Substanzen geltend gemacht wurde, indem man überall zielstrebige Reihen von Veränderungen d. h. Entwickelungen nachzuweisen und deren Gesetze aufzusuchen bestrebt war.

So findet das Prinzip der gesetzmäßigen Entwickelung seine Beglaubigung in der Geschichte der neueren Philosophie[1] und damit rechtfertigt sich der Charakter des wissenschaftlichen Arbeitens unserer Zeit.

§. 2.

Zwei viel umworbene Probleme, welche auf den verschiedensten Wegen immer und immer wieder vergeblich in Angriff genommen worden sind, haben schließlich durch das Prinzip des genetischen Kritizismus ihre Auflösung gefunden.

Diese beiden Probleme, welche untereinander in engem Zusammenhange stehen, sind die Frage nach der Willens-Freiheit und die Thatsache des Gewissens.

Als die neuere Philosophie im Kampfe gegen die spontan-thätigen, d. h. bedingungslos-wirkenden Substanzen des scholastischen Realismus eine Position nach der andern erobert hatte, da zogen sich die Gegner der Gesetzmäßigkeit auf diejenigen Gebiete von Erscheinungen zurück, welche mit gutem Rechte als Handlungen geistiger Einheiten (Personen) hingestellt werden konnten, und behaupteten vor allem die Spontaneität des menschlichen Geistes, namentlich für das Wollen.

Diese Gegner sehen den Menschengeist als eine Quelle an, aus welcher Erscheinungen fließen, die in einem gesetzmäßig gestalteten Gefüge der Erscheinungen keine Stelle haben, und sprechen infolgedessen von einer Freiheit des Menschengeistes, im besondern von einer Freiheit des wollenden Menschengeistes oder des menschlichen Willens[2]. Die These, daß der Wille des Menschen frei sei, besagt also bei ihrer ersten Formulierung und des weiteren bis zum Auftreten Kant's, daß die menschlichen Willensakte oder Handlungen bedingungslos in das sonst bedingte Ganze der Erscheinungen eingreifen.

Die Gegner dieser Anschauung, d. h. die Verfechter des Prinzips der Gesetzmäßigkeit haben von jeher einen schweren Stand gehabt, weil mit der Leugnung der Willens-Freiheit zugleich die Verantwortlichkeit des Menschen in Frage gestellt und demnach das Böse im einzelnen und das Übel in der Welt schließlich auf Gott selbst zurückgeführt zu werden schien. Es ist von großem Interesse zu beobachten, daß man die

[1] Vgl. hierzu meinen Aufsatz „Den Manen Darwin's" in der Vierteljahrschrift für wissenschaftliche Philosophie, 1882.

[2] Man substantiviert und personifiziert ja noch in unsern Tagen einzelne Gebiete geistiger Erscheinungen als selbständige Vermögen oder Kräfte, so z. B. den Willen, den Verstand, die Vernunft, die Phantasie etc.

Gegner der Gesetzmäßigkeit zu verschiedenen Zeiten in verschiedenen Lagern findet. Männer wie Hobbes, Spinoza, Priestley und andere stoßen bei ihrer Bekämpfung der Willens-Freiheit auf großen Widerstand, während schon Luther in seinem Buche »De servo arbitrio« mit großer Klarheit geschrieben hatte: Quare simul in omnium cordibus scriptum invenitur, liberum arbitrium nihil esse . . . liberi arbitrii tutores sciant, sese esse abnegatores Christi, dum asserunt liberum arbitrium . . . sequitur, nos per nos ipsos non esse factos, nec vivere, nec agere quidquam, sed per omnipotentiam Dei.

Bei Kant erhält das Problem eine ganz neue Wendung, indem er fragt: Wie kann der Wille der Menschen frei sein, wenn die Akte dieses Willens (Handlungen) in dem gesetzmäßig gestalteten Ganzen der Erfahrung ihre Stelle haben?

Mit Recht sagt Schopenhauer[1], daß Kant die Notwendigkeit, mit welcher wir durch Motive zu Handlungen bestimmt werden, bereits als eine ausgemachte Sache annahm und sich gar nicht mehr damit aufhielt, sie von neuem zu beweisen; wir erinnern unserseits hier nur an eine Stelle aus der praktischen Vernunft[2], wo es heißt, daß man eines Menschen Verhalten auf die Zukunft mit Gewißheit so wie eine Mond- oder Sonnenfinsternis ausrechnen könnte, falls man die Kenntnis der notwendigen und hinreichenden äußeren und inneren Bedingungen besäße.

Trotzdem ist nach Kant der Wille selbst durchaus als frei zu bezeichnen. Der Mensch ist ihm gewissermaßen gleichzeitig Bürger zweier Welten. Als Glied der einen, in welcher die Wurzeln seines Seins münden, ist er vollkommen frei, während ihm sein Verkehr mit anderen, gleichfalls freien Individuen als ein gesetzmäßig beschränktes Reich der Erfahrung erscheint. Während seines räumlich-zeitlichen Lebens, wo er sich nur als Erscheinung kennt, vergißt er seine jenseitige Wesenheit und nur das Sittengesetz — hier beginnt die Anknüpfung an das zweite Problem, an das Problem des Gewissens — gibt ihm die Erinnerung an jene ewige Welt, der er eigentlich angehört, indem es ihm, unabhängig von der Notwendigkeit im Reiche der Erscheinungen, bei seinem Wandeln und Handeln jenes gebietende »Du sollst, denn du kannst« zuruft und ihn dadurch der Freiheit seines Willens versichert.

Bis zu diesem Punkte konnte das Prinzip der Gesetzmäßigkeit für sich allein die Lösung der beiden in Rede stehenden Probleme führen, jetzt bedarf es außerdem des Begriffs der Entwickelung, um die Lösung zu vollenden.

Wenn auch die wohlbegründete Überzeugung, daß die Handlungen der Menschen sich durchaus in das gesetzmäßige Ganze der Erscheinungen einreihen, vollkommen ausreicht, um die wissenschaftliche Forschung vor Willkürlichkeiten jeder Art zu schützen, so fordern doch die Existenz des Sittengesetzes und die dadurch bedingten Imperative des Gewissens, welche uns unserer transscendentalen Freiheit versichern sollen, eine weitere Untersuchung heraus.

---

[1] Grundproblem S. 83.
[2] S. 119 ed. v. Kirchmann.

Das Bedürfnis nach dieser Untersuchung fließt aus gewissen Schwierigkeiten, welche die Idee der transscendentalen Freiheit, in sich und in ihrer Beziehung auf andere Probleme, darbietet, ganz abgesehen davon, daß wir jetzt kaum noch geneigt sind, einen für sich bestehenden Willen neben den Willensvorgängen im Bewußtsein als selbständiges, fast personifiziertes Vermögen anzunehmen.

Die Durchführung der Untersuchung wird ermöglicht durch die neueren reichhaltigen Sammlungen von ethischen Thatsachen aus der Sage und Geschichte der verschiedenen Völker und die Anfänge einer wissenschaftlichen Bearbeitung dieses Materials gemäß den Gesichtspunkten des genetischen Kritizismus.

Durchdrungen von dieser Überzeugung habe ich vor einigen Jahren in einer eigenen Schrift »Die Religion des Gewissens als Zukunftsideal«[1] den Versuch gemacht, im Anschluß an eine Darstellung des Kant'schen Systems das Gesetz und das Ziel der ethischen Entwickelung der Menschheit in seiner Beziehung zur historischen Entwickelung der Vorstellungen von der Gottheit festzustellen.

Ich suchte die Thesen nachzuweisen:

I. Die Vorstellung vom Sittengesetz ist mit der Zeit veränderlich. Wir haben in dem Gewissen das Ergebnis der Kulturarbeit von Jahrtausenden zu verehren und darum achten wir dasselbe. Es versichert uns nicht unserer Freiheit, sondern zeigt uns an, ob wir in Übereinstimmung mit dem Sittengesetze gehandelt haben oder nicht, und bestimmt uns diejenigen am meisten zu schätzen, welche an der allgemeinen Willensbefriedigung arbeiten, die also ihr Leben in thatkräftiger Liebe zu ihren Mitmenschen verbringen.

II. Die Gesetzmäßigkeit im Reiche der Erscheinungen hat auch diejenigen Gebilde entstehen lassen und bestimmt, welche man in einer Religionsgeschichte zusammenzufassen hat. Es handelt sich auch hier darum, Entwickelungsreihen aufzusuchen und deren Gesetze und Ziele darzustellen. Der gemeinsame Zug in der Geschichte der Gottesvorstellungen ist einerseits die Anerkennung einer Macht, welche die menschlichen Schranken übersteigt, und anderseits die Durchbildung der transscendenten Gestaltungen zur Immanenz.

Beide Thesen führten dazu, eine »Religion des Gewissens« als Ideal (d. h. als wohl bestimmbares, aber in endlicher Zeit unerreichbares Ziel) der Entwickelung hinzustellen.

Neuerdings hat Dr. Paul Rée dieselben Probleme in zwei rasch aufeinanderfolgenden Schriften[2] mit eindringlicher Klarheit behandelt, und zwar von derselben Grundlage aus, aber im Hinblick auf andere Ziele. Der Wert dieser Arbeiten, welche hier und da mit etwas mehr Liebenswürdigkeit geschrieben sein könnten, besteht zum großen Teil in der guten Disposition der Fragen und in der geschickten Anordnung des Stoffes, doch liefern dieselben für die Erklärung des Gewissens insofern auch neue Beiträge, als hier die Entstehung der Gebote und Verbote innerhalb des

[1] 1880 bei C. Duncker, Berlin.

[2] 1885 in demselben Verlage. Die Titel stimmen mit der Überschrift dieser Abhandlung überein.

Rechtes als Vorläufer der Gesetze der Moral mit großer Quellenkenntnis und in glücklichen Kombinationen geschildert wird.

Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes benutze ich diese Gelegenheit zu einer erneuten Diskussion, zumal meine ursprüngliche Arbeit, auf welche ich allerdings trotz meiner späteren Abhandlungen nach wie vor verweisen muß, nicht überall den ruhigen Ton einer wissenschaftlichen Untersuchung festgehalten, sondern des öfteren eine rhetorische Färbung angenommen hatte, welche ich jetzt vermeiden würde [1].

Wir behandeln nun in großen Zügen zunächst das Problem der Willens-Freiheit und dann das Problem des Gewissens, beides mit Rücksicht auf Rée's genannte Schriften, und schließen mit der uns eigenen Position, welche allen negativen Endergebnissen gegenüber den im Begriffe der Verantwortlichkeit liegenden Begriff der ethischen Wertschätzung von neuem einzuführen und zu stützen sucht, nachdem derselbe durch die unbedingte Leugnung der absoluten Willens-Freiheit seine Kraft und damit seinen Wert ganz und gar verloren zu haben scheint.

Die Rechtfertigung dieses Begriffes stützen wir auf folgende Überlegungen [2]:

Die Entwickelung des Sittengesetzes im Menschen und in der Menschheit, vermittelt durch Erziehung und Vererbung, strebt einem Ziele zu, das bestimmbar ist. Dieses Ziel ist nichts anderes als das Endglied einer unendlichen Reihe, dem sich die einzelnen gegebenen Glieder asymptotisch nähern, d. h. ohne es nach Ablauf einer endlichen Zeit zu erreichen. Das Gesetz der Reihe gestattet die Bestimmung des Zieles, das für uns als ein unendlich Fernes, aber gesetzmäßig Realisierbares, als ein Ideal gegeben ist.

Indem man alle Handlungen eines Menschen, die an sich weder gut noch böse sind, an den Motiven mißt und den Wert derselben nach ihrer Entfernung vom Ideal abschätzt, erhält man ein Maß der sittlichen Dignität des Menschen.

§. 3.

Frei sein bedeutet »frei sein von einem gewissen beschränkenden Zwange«, d. h. nicht abhängig sein von Bedingungen dieser oder jener

---

[1] Außerdem hatte ich dem subjektiven Bedürfnisse einer Präzision von historischen Standpunkten allzusehr nachgegeben, allerdings nicht ohne genügende Definitionen vorauszuschicken, und hatte infolgedessen die christlich-germanische Form der religiösen Anschauungen durch Protestantismus, die trinitarische Form derselben kurzweg durch Christentum bezeichnet, so daß alle, welche mein Buch durchblätterten, anstatt es zu lesen, einen Gegensatz zwischen dem Protestantismus und dieser oder jener, durch das vieldeutig gewordene Wort „Christentum" bezeichneten, Richtung herauslasen, den ich nicht hineingelegt hatte. Leser meines Buches, in dem allerdings manche Spitze abzustumpfen ist, weil ich seinerzeit die Praxis des Lebens in ihren Bedürfnissen der Theorie gegenüber noch zu wenig schätzen gelernt hatte, bitte ich damit zu vergleichen „Die Philosophie als deskriptive Wissenschaft", Braunschweig 1882, und die dort gegebene Litteraturangabe über Fremdes und Eigenes gütigst zu berücksichtigen. Vgl. auch die Vorrede zu meiner Mechanik. Braunschweig 1883.

[2] Vgl. meine Arbeit „Aktivität und Passivität" in der Vierteljahrsschrift für wiss. Philos. 1882.

Art. Der Begriff »Freiheit« ist also ein negativer Begriff; er spaltet sich sofort in die Begriffe der relativen und der absoluten Freiheit, jenachdem die Abhängigkeit von dieser oder jener einzelnen Bedingung oder die Abhängigkeit von jeder Bedingung bezeichnet werden soll.

Es ist selbstverständlich, daß relative Freiheit in vielen Beziehungen vorhanden sein muß und daß dieselbe wohl in dieser oder jener Hinsicht, nicht aber überhaupt in ihrer Existenz bestritten werden kann und darf. Die Idee einer absoluten Freiheit ist dagegen zunächst und vielleicht überhaupt nicht zu rechtfertigen, wenigstens fällt es uns als Kindern unserer Zeit äußerst schwer, ein Geschehen, welches unter gar keinen Bedingungen steht, unserem Verständnis auch nur einigermaßen nahe zu bringen.

Der Zwang, unter welchem die Handlungen eines Menschen stehen, ist teils ein äußerer (physischer nach Schopenhauer) und teils ein innerer (moralischer nach Schopenhauer), oder wenn man will, ein Zwang durch Reize oder durch Vorstellungen. Beispiele für Freiheit von diesem oder jenem äußeren oder inneren Zwange kann man leicht anführen, so daß es also geradezu lächerlich wäre, eine relative Freiheit auf diesem Gebiete zu leugnen. Auf dem untrüglichen Bewußtsein einer solchen Freiheit beruht der oft gehörte Ausspruch »Ich kann thun, was ich will«, und es bedarf nur des historischen Hinweises auf Schopenhauer's gekrönte Preisschrift, um eine genaue Analyse desselben zu geben.

Ein Geist würde absolut-frei sein, wenn sein Wollen unter keinen Bedingungen stünde, d. h. wenn er, um mit Kant zu reden, fähig wäre, einen Zustand ganz von selbst anzufangen. Dieses »arbitrium liberum« ist völlig unfaßbar und wurde deshalb bereits von Dante in eine mit der Zeit berühmt gewordene Spezialisierung als arbitrium liberum indifferentiae (Buridan's Esel) der Beurteilung näher gebracht. Die historische Entwickelung hat uns dazu geführt, eine solche absolute Freiheit jedenfalls innerhalb der Welt der Erscheinungen zu leugnen, so daß wir diese Idee entweder mit Kant und Schopenhauer als »transscendentale« einführen oder dieselbe überhaupt streichen müssen: im ersten Falle erklären wir den Schein von Willens-Freiheit innerhalb der Sinnenwelt ohne weiteres, im zweiten Falle müssen wir denselben auf andere Weise der Analyse zugänglich machen.

Da wir auf dem ersten Wege entweder zu gar keinen bestimmten Vorstellungen oder zu Widersprüchen gelangen, so ist der zweite Weg vorzuziehen. Auf diesem gelangt man zu einer Erklärung der Illusion »Willens-Freiheit« und zwar durch den Hinweis auf die Thatsache, daß uns weder im Augenblick des Handelns noch vor demselben, noch bei einer später erfolgenden Reflexion über unser Handeln alle die Bedingungen bekannt sind, von welchen unsere Handlung abhängig war, und daß wir infolgedessen die Lücken in der Kette der Bedingungen bald auf diese, bald auf jene Weise ausgefüllt denken können und daraus bald diese, bald jene Handlung als Folge herzuleiten im stande sind.

§. 4.

Das hier in groben Zügen skizzierte Problem habe ich in meiner »Religion des Gewissens« und in einer Abhandlung über »Aktivität und

Passivität« [1] zum Teil im Anschluß an Schopenhauer ausführlicher behandelt.

Demselben Problem hat Rée seine kleine Schrift über die Illusion der Willens-Freiheit gewidmet, in welcher er die Ursachen [2] und die Folgen dieser Illusion bespricht und im Zusammenhange damit eine Kritik der Kant'schen Lehre von der intelligiblen Freiheit gibt. Gewisse Dinge lassen sich nicht oft genug wiederholen und deshalb können wir uns über die vorliegende Schrift nur freuen, besonders da die einzelnen, allerdings oft etwas drastisch angelegten Betrachtungen ihren vollen Wert behalten, obwohl sie unserer Ansicht nach, wie schon erwähnt, schließlich zu einer falschen Aussicht führen. Rée sagt nämlich am Schlusse des zweiten Kapitels: »Charaktere also und Handlungen rechnet man, aus Urteilsgewohnheit, als Schuld oder Verdienst zu, ohne sich um die Frage, ob sie ursächlich bedingt sind oder nicht, zu kümmern. Charaktere wie Handlungen rechnet man nicht mehr als Schuld oder Verdienst zu, sobald man ihre kausale Bedingtheit eingesehen hat, von dem Gewohnheitsreste abgesehen.«

Dazu bemerken wir, daß ersteres vollauf anzuerkennen, letzteres zum Teil zu bestreiten ist. Allerdings sagt auch Kant, daß die Beimessung einer Handlung als Schuld oder Verdienst nicht geschehen könnte, wenn wir nicht voraussetzten, daß alles, was aus Willkür entspringt, eine freie Kausalität zum Grunde habe, und deshalb darf sich Rée mit gutem Rechte auf Kant berufen, wenn er Notwendigkeit und Zurechnung sich einander ausschließen läßt. Wir treten dieser Ansicht entgegen, obwohl wir den Ausweg aus der durch die Verneinung der Willens-Freiheit geschlossenen Sphäre mit Rée auf der Erde suchen und uns nicht mit Kant durch einen Sprung in das Transscendente retten.

Um unsern Ausweg erläutern zu können, wenden wir uns dem Probleme des Gewissens zu und bemerken nochmals, daß wir es als eine sehr berechtigte Forderung betrachten, den Begriff der Verantwortlichkeit entweder zu restituieren oder durch einen gleichwertigen Begriff zu ersetzen.

§. 5.

Unter unseren Kulturverhältnissen ist es jedenfalls eine Thatsache des Bewußtseins, daß unsere Handlungen des öfteren von Urteilen begleitet erscheinen, welche den ethischen Wert derselben bald lobend und bald tadelnd charakterisieren.

Diese Thatsache personifizieren wir in dem Worte »Gewissen«, dessen Thätigkeit sich uns in bezug auf die Zukunft in den Imperativen »Du sollst« und »Du darfst nicht« und in bezug auf die Vergangenheit in den Imperativen »Du hättest sollen« und »Du hättest nicht dürfen« dramatisieren läßt.

[1] Vgl. vorige Note.

[2] Wenn Rée gelegentlich (S. 46) zwischen „eine Handlung erklären" und „eine Handlung als Wirkung betrachten" einen fundamentalen Unterschied sieht, so ist das nur zum Teil richtig, da das Motiv auch eine Ursache ist und zwar genauer die psychische Parallelerscheinung einer physischen Ursache, welche mit anderen zusammen erkannt werden muß, falls man die volle Erklärung haben will.

Aus der Existenz des Gewissens schließen wir mit Recht, daß in unserem Bewußtsein ein Maß für diese Art der Beurteilung, ein ethischer Wertmesser vorhanden ist, welcher Sittengesetz genannt werden mag. Woher stammt dieses Sittengesetz in uns?

Für Kant war das Gewissen eine Stimme aus der jenseitigen Welt, weil es uns unserer Freiheit versichert. Kant war sich bewußt — und hierin hatte er vollkommen Recht — daß ihm eine innere Stimme des öfteren zugerufen hatte: »Du hättest anders handeln sollen.« Daraus zog er den Schluß — und darin irrte er sich — daß er auch hätte anders handeln können, und so kam er unmittelbar zur Willens-Freiheit, welche er im Geiste seiner Zeit nur noch als »transscendentale Idee« einführen konnte [1].

Wir dürfen im Hinblick auf das reichhaltige Material für eine Geschichte der Ethik, welches unserer Zeit zu gebote steht, nicht ohne weiteres auf dem Standpunkte Kant's stehen bleiben, d. h. wir dürfen den Ursprung des Gewissens erst dann in der jenseitigen Welt suchen, wenn wir sein Wesen durch die Vorgänge der Sinnenwelt zu erklären nicht im stande sind. Sollten wir dabei doch wieder zu dem Kant'schen Standpunkte zurückkommen, so müßten wir seine Lehre von der Freiheit allerdings zum mindesten mit seiner Gottesidee in Einklang zu bringen suchen. Kant selbst ist in einer bestimmten Periode seiner Entwickelung nahe daran gewesen, die Gottesidee pan-monistisch zu fassen, wie ich seiner Zeit zu zeigen gesucht habe [2], und hätte unserer Ansicht nach, dieser Spur folgend, sein System um ein bedeutendes einheitlicher gestalten können.

Schopenhauer, welcher die Kant'sche Lehre von der Freiheit übernommen und glänzend verteidigt hat, ist dieser Sorge überhoben, da die Gottheit in seinem Systeme keine Stelle hat, und darf sich insofern jedenfalls des Vorzuges einer unerbittlichen Konsequenz rühmen. Wie dem auch sein mag, einen großen Schritt über Kant hinaus hat Schopenhauer jedenfalls gemacht, und zwar einen Schritt, bei welchem wir ihm unter allen Umständen folgen müssen.

Lassen wir Schopenhauer selbst reden [3]: »Ich setze der Ethik den Zweck, die in moralischer Hinsicht höchst verschiedene Handlungsweise des Menschen zu deuten, zu erklären und auf ihren letzten Grund zurückzuführen. Daher bleibt zur Auffindung des Fundamentes der Ethik kein anderer Weg als der empirische, nämlich zu untersuchen, ob es überhaupt Handlungen gibt, denen wir echten moralischen Wert zuerkennen müssen? Wer sagt euch, daß es Gesetze gibt, denen unser Handeln sich unterwerfen soll? Wer sagt euch, daß geschehen soll, was nie geschieht? Was berechtigt euch, dies vorweg anzunehmen und demnächst eine Ethik

[1] Cohen gegenüber, dessen „Theorie der Erfahrung" in ihrer neuen Auflage ohne Zweifel bestimmte Fragen endgültig erledigt, müssen wir auch jetzt noch behaupten, daß für Kant das Reich der Freiheit ebenso reell war wie der mundus intelligibilis für die ältere Metaphysik . . . die noumenische Welt ist ihm die Trägerin des Reiches der Erfahrung . . . hier behält Schopenhauer Recht.

[2] Rel. d. Gew. S. 58 u. f.

[3] Grundprobl. S. 195 und S. 120

in legislatorisch-imperativer Form, als die allein mögliche, uns sofort aufzudringen? Ich sage im Gegensatz zu Kant, daß der Ethiker, wie der Philosoph überhaupt, sich begnügen muß mit der Erklärung und Deutung des Gegebenen, also des wirklich Seienden oder Geschehenden, um zu einem Verständnis desselben zu gelangen.« Solche Worte sollte man Schopenhauer nie vergessen, denn nach diesem Programm hat sich die Ethik unserer Zeit gebildet, die allerdings auch noch ein Werdendes ist und nicht ein Gewordenes. Die Geschichte hat dargethan, daß die sittlichen Anschauungen der Völker zu verschiedenen Zeiten verschieden gewesen sind, daß also die Vorstellung vom Sittengesetze veränderlich ist.

Kant hatte voreilig geschlossen, daß in jedes Menschen Brust zu aller Zeit die Stimme des Gewissens ertönt, welche ihn seiner transscendenten Existenz versichert, und deshalb kam er nicht dazu, das Wesen des Gewissens zu erfassen, welches nur unter gewissen Bedingungen im Menschen entsteht[1] und jedesmal zurückweist auf eine ganz bestimmte, dieser oder jener Kulturstufe entsprechende Form der ethischen Anschauungen.

Wenn die Vorstellung vom Sittengesetze nur schlechthin veränderlich wäre, so hätte Rée ein Recht zu seinen Abschlüssen.

Wir betonen dagegen, daß die Gesamtheit der ethischen Anschauungen der Menschheit in zielstrebige Reihen von Veränderungen zerfällt, deren Gesetze nachweisbar sind, d. h. daß auch auf diesem Gebiete eine gesetzmäßige Entwickelung vorliegt, deren Ideal bestimmbar[2] ist.

Was Rée's Arbeiten mangelt, ist ihre Interpretation durch den Begriff der Entwickelung, sie sind kritisch, aber nicht genetisch-kritisch, und darum fehlt ihnen der positive Abschluß, bis zu welchem vorzudringen gerade gemeinsamen Gegnern gegenüber höchst wichtig ist, da diese uns stets vorwerfen, daß wir in der Negation stecken bleiben.

§. 6.

Der Entstehung des Gewissens hat Rée seine andere umfangreichere Schrift gewidmet, welche in ihren beiden Hauptteilen äußerst schätzenswerte Beiträge für die historische und für die psychologische Analyse des Problems enthält, d. h. für die Bildung der Elemente des Gewissens innerhalb der Geschichte und für die Entstehung des Gewissens im einzelnen.

Die Tendenz der Arbeit deckt sich, allerdings immer abgesehen von dem schließlichen Urteile, vollkommen mit der Tendenz jener beiden Kapitel meines Buches, welche ich »Die Entwickelung des Gewissens im Menschen« und »Die Bedeutung des Gewissens in der Geschichte der Menschheit« überschrieben habe: der Verfasser bestätigt auch im einzelnen durchweg den Zusammenhang, den ich an anderen Orten[3] das biogenetische Kulturgesetz genannt habe, um in Erinnerung an Häckel anzudeuten, daß die geistige Entwickelung des Menschen ein Abriß der

[1] Rel. d. Gew. S. 71.
[3] Vgl. Die Philos. als deskript. Wiss. S. 18.
[2] Die Philos. als deskript. Wissenschaft S. 31.

geistigen Entwickelung der Menschheit ist und daß man also Beobachtungen in der Kinderstube und Bruchstücke aus der Urgeschichte der Menschheit etc. in geeigneter Weise kombinieren darf, um unser geistiges Besitztum zu erklären.

Wenn Rée allerdings (S. 6) der Ansicht ist, durch die Darlegung der natürlichen Ursachen des Gewissens für seinen Teil der Ethik denselben Dienst zu leisten, welchen die Forscher früherer Jahrhunderte der Medizin, der Astronomie und den übrigen Wissenschaften erwiesen, als sie aus ihnen die Götter und Geister vertrieben, so wird er sich die Entgegnung nicht ersparen können, daß besonders in den letzten Dezennien in reichem Maße an der wissenschaftlichen Fassung der Ethik gearbeitet wird und daß der einzelne nur Beiträge von größerem oder geringerem Werte oder eine mehr oder minder glückliche Fassung von Grundgedanken darzubieten im stande ist.

Rée beschreibt das Gewissen (S. 8) in weiser Beschränkung als ein Unterscheidungsvermögen, welches die Handlungen in zwei Klassen teilt, nämlich in löbliche und in tadelnswerte, und stellt im Anschluß daran die Fragen:

Woher existiert in uns ein lobendes und tadelndes Bewußtsein? Woher lobt dieses Bewußtsein gerade wohlwollende, woher tadelt es egoistische, grausame Handlungen?

Nachdem der Verfasser mit schlagenden Beispielen darauf hingewiesen, daß die Sittengesetze zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Völkern durchaus nicht untereinander übereingestimmt haben, geht er an die Beantwortung dieser Fragen und sucht zunächst die Elemente des Gewissens in der Geschichte auf, um darauf deren Verbindung im Gewissen des einzelnen näher zu beleuchten.

I. Es zeugt von großem Geschicke, zunächst die historische Seite des Problems in Angriff zu nehmen und doch hierbei nicht im vorgeschichtlichen Nebel zu verschwinden. Rée geht von einer Epoche aus, wo bereits Familienbildung eingetreten ist, so daß eine Sippe der andern als ein geschlossenes Ganzes gegenübertritt, und sucht von dieser Basis aus die Entstehung der Strafe, die Strafsanktion durch die Gottheit und endlich die moralischen Gebote und Verbote als Elemente der Gewissensbildung nachzuweisen.

Mit großer Quellenkenntnis schildert Rée in scharfgefaßten Urteilen als Vorläuferin der Strafe die Rache des einzelnen und die der Geschlechter und zeigt im Gegensatz zu den meisten Rechtshistorikern mit voller Beweiskraft, daß (S. 47) die Rache nicht eine »Urform der Rechtspflege«, sondern ein Zustand vor dieser ist und daß ihr keineswegs ein dunkles Bewußtsein zu grunde liegt von der Notwendigkeit, daß Unrecht aufgehoben und durch Strafe getilgt werden müsse.

Die Strafe, fährt Rée fort, hat sich einst aus der Rache entwickelt, aber sie succediert der Rache, diese ihrer Herrschaft über das Zeitalter usurpatorisch beraubend.

Das Absterben der Rache beginnt mit ihrer Beilegung durch Geld. Die entstehende Gemeinde, in welcher die Geschlechter nach und nach zu festeren staatlichen Verbänden zusammenwachsen, begünstigt den Ab-

kauf der Rache und bald fordert der Staat für seine Vermittelung einen Teil der Abkaufsumme . . . pars mulctae regi vel civitati pars ipsi qui vindicatur vel propinquis ejus exsolvitur, sagt uns Tacitus.

An die Stelle der Rache ist mit der Zeit eine zweiteilige Geldzahlung getreten, von welcher der eine Teil dem Verletzten, der andere Teil dem Staate zufällt.

Die Zahlung an den Geschädigten wird nach und nach immer bedeutungsloser, das Friedensgeld an den Staat gewinnt immer größere Bedeutung: die Geldbuße an den einzelnen wird eine Strafzahlung an den Staat und bald legt dieser den Thätern auch andere und zwar wirkungsvollere Strafen auf, um den Frieden zu erhalten.

Abschließend sagt Rée über diesen Punkt: Nachdem der Staat dem Verletzten die Rache entwunden hat, läßt er sie fallen, er zertritt sie. Der Rache succediert dann die Strafe, inthronisiert durch die Not, Sicherung durch Abschreckung verheißend.

Da nun ferner die Gesetze des Staates überall zugleich als Gebote der Götter gefaßt wurden, so tritt in der Strafe neben dem politischen Momente der Abschreckung zugleich auch das religiöse Moment der Besänftigung der gekränkten Gottheit zu Tage: die Strafe des Staates erhält ihre Sanktion durch die Gottheit.

Bis hierher ist Rée's Untersuchung, welche auch, allerdings ohne dabei die Tiefe zu treffen, die Entstehung der Gottesvorstellungen streift, in den Hauptpunkten von zwingender Klarheit, während die nun folgende Frage nach der Bildung jener über die Sphäre des Rechtes hinausgreifenden Gruppe von moralischen Geboten und Verboten eigentlich nur in der Überschrift des Kapitels angedeutet und jedenfalls nicht mit genügender Schärfe beantwortet ist. Statt der eigentlich in Aussicht gestellten Antwort erhalten wir Reflexionen über die christliche Ethik, für deren historische Auffassung dem Verfasser nicht genügende Quellen zur Hand gewesen zu sein scheinen.

II. Was nun die psychologische Seite des Problems anlangt, so erinnert Rée zunächst daran, daß es oft schwer ist, ein Ding oder eine Handlung und die Beurteilung eines Dinges oder einer Handlung streng von einander zu scheiden, weil viele Wörter für uns als Kinder unserer Zeit »parteiisch« geworden sind. So bedeutet »Neid« z. B. ursprünglich nur den Schmerz darüber, daß ein anderer etwa mehr hat als wir, ohne diese Regung in uns zu beloben oder zu tadeln, während innerhalb der historischen Entwickelung das Werturteil hinzukommt.

Auf den niederen Kulturstufen haben Wörter wie Grausamkeit, Rache etc. keine tadelnde, Milde, Wohlwollen etc. keine lobende Nebenbedeutung. Da aber innerhalb der historischen Entwickelung dem einzelnen bez. dem Gemeinwesen nachteilige oder förderliche Handlungen stets getadelt oder gelobt wurden, so bekamen die Vorstellungen Grausamkeit, Rache etc. eine tadelnde, die Vorstellungen Barmherzigkeit, Wohlwollen etc. eine lobende Nebenbedeutung.

Dem Kinde unserer Zeit fließen schon während der Zeit seiner ersten Erziehung Handlung und Beurteilung zusammen gemäß den herrschenden Ansichten seiner Umgebung: so gestaltet sich in ihm das Be-

wußtsein von einer unbedingten Zusammengehörigkeit der Wohlthätigkeit und des Lobes, der Grausamkeit und des Tadels. Bei einer Untersuchung hat man demnach die lobenden und tadelnden Urteile einmal in bezug auf ihre Entstehung in der Geschichte und dann in bezug auf ihre Übertragung durch die Erziehung zu betrachten. Genau zu demselben Ergebnisse, welches hier von Rée mit großer Klarheit bestimmt wird, war meine Untersuchung gekommen[1]: »So bilden sich für den Verkehr im Volke nach und nach gewisse Satzungen aus, welche eben als Ergebnisse des Jahrtausende hindurch fortgesetzten Ineinanderspielens der Individual-Willenssphären aufzufassen sind. Wenn diese Satzungen fixiert werden, wie sie einem bestimmten Zeitpunkte entsprechen, so entsteht ein bestimmtes Recht. Man betrachtet im Volke diese Satzungen als ein heiliges Erbe aus der Vorwelt und die Erziehung beeilt sich, sie in Fleisch und Blut der Kinder übergehen zu lassen.

So entwickelt sich durch Erziehung in jedem Kinde zugleich mit den Vorstellungen gewisser Vorschriften ein innerer Zwang, gemäß denselben zu leben.«

Die Imperative der Moral erscheinen uns kategorisch, weil wir die Bedingungen nicht kennen lernen, unter denen sie ursprünglich entstanden sind: die durch Erziehung vermittelte Projektion der historischen Gesamtentwickelung der Menschheit im Bewußtsein des einzelnen ist nicht ohne Lücken.

So ging z. B. das an sich begreifliche Urteil »Morden ist für die Gesellschaft schädlich« im Laufe der Zeit über in das an sich unbegreifliche Urteil »Morden ist ethisch zu tadeln«, d. h. Handlungen, welche sich früher für die Gemeinde offenbar als schädlich oder als nützlich erwiesen haben und infolgedessen staatlich verboten oder geboten worden sind, werden in den folgenden Generationen Veranlassungen zu moralischer Wertschätzung, so daß die Träger solcher Handlungen als »böse« oder als »gut« erscheinen. Auf dieser Grundlage, für welche der Gedanke, daß die Begriffe »Recht« und »Unrecht« historisch genommen Folgen der staatlichen Gebote und Verbote (im besonderen der Belobigungen und Bestrafungen) sind, einen wichtigen Stützpunkt bildet, gibt nun Rée eine Erklärung der Existenz und der Thätigkeit des Gewissens, deren Grundzüge aus dem vorangegangenen leicht entnommen werden können und übrigens mit unseren Erklärungen durchaus übereinstimmen. Dabei gelangt Rée, was höchst charakteristisch ist, auch wiederum auf die Frage nach der Bildung und Entwickelung der Gottesvorstellungen und deutet in Kapitelüberschriften eine notwendige Untersuchung an, welche ich in meinen Arbeiten bereits zum Teil in Angriff genommen habe[2].

Der Beziehung der Begriffspaare »Gut und Böse« und »Sympathisch und Antipathisch« widmet der Verfasser einen eigenen Abschnitt, welcher unserer Ansicht nach den folgenden Gedanken streift, ohne ihn aus leicht begreiflichen Gründen (Position der Entwickelung) vollständig zu erreichen[3]: »Vermöge seiner ganzen Naturanlage vermag der Mensch nie an-

[1] Rel. d. Gew. S. 87.
[2] Vgl. „Zur Rel. Phil." in den Prot. Jahrbüchern. 1882.
[3] Vgl. Rel. d. Gew. S. 76.

ders als egoistisch zu handeln. Wir legen den Handlungen diesen oder jenen Wert bei, jenachdem sie durch diese oder jene Motive bestimmt sind. Auf der niedrigsten Stufe stehen für uns die Menschen, welche wie die Kinder in ihrem frühesten Lebensalter instinktiv ihrem Egoismus folgen und in ihren Handlungen nur durch sinnliche Lust und Unlust oder durch die Vorstellung von derselben bestimmt werden. Einen höheren Wert legen wir denjenigen Menschen bei, welche den Nutzen und Schaden ihrer Willensäußerungen überdenken, bevor sie handeln, und zwar legen wir ihnen den höheren Wert bei, weil sie bereits das Bestreben zeigen, sich mit den Forderungen anderer Willenssphären auseinanderzusetzen, und die Berechtigung derselben anerkennen. Auf der höchsten Stufe stehen für uns dagegen Menschen, welche zu der Überzeugung gekommen sind, daß man vor allem seinen Nächsten lieben muß, und welche in ihren Handlungen dieser Überzeugung entsprechen.«

Hierbei stößt die Untersuchung von selbst auf eines der schwierigsten Probleme, auf die Erklärung der psychischen Thatsache des Mitleids, weil ohne die Voraussetzung dieser Thatsache alle Äußerungen der Nächstenliebe unverständlich bleiben.

Während die mit der Zeit mehr und mehr zunehmende Schätzung des Mitleids innerhalb der historischen Entwickelung ebenso wie deren Übertragung durch Erziehung in befriedigender Weise erklärt werden kann, bleibt die Thatsache des Mitleids selbst zunächst unerklärlich, falls man sie nicht neben egoistischen Regungen als ein ursprünglich im Bewußtsein Gegebenes ansehen will.

Rée sagt mit Bezugnahme auf Spencer: Was wir nun über den Ursprung des Mitleids zu sagen haben, ist wenig mehr als eine Suspension unseres Urteils. Mitleid, überhaupt die selbstlose, bis zur Aufopferung gehende Teilnahme am Schicksale anderer scheint eine Erweiterung des Elterninstinktes zu sein. Wie aber ist dieser entstanden? Das wissen wir noch nicht.

Meiner Ansicht nach kann man das Mitleiden und Mitfreuen sehr wohl aus dem Egoismus herleiten, so daß dieser als einheitlicher Grundcharakter alles Individuellen bestehen bleibt. Nicht die Elternliebe, wohl aber die Mutterliebe ist das Vorbild für das Aufgehen in den Interessen eines anderen. Warum verteidigt die Löwin ihr Junges mit ihrem Leben? Es ist ja Fleisch von ihrem Fleisch und Bein von ihrem Bein!

Man muß das Problem zunächst mehr physiologisch als psychologisch fassen . . . der Akt der Geburt macht aus einem Wesen deren zwei, so daß der Egoismus des einen zugleich für das andere, welches ja ein Teil von ihm war, sorgt und handelt.

Es bleibt mir nur übrig, eine Stelle (S. 85) aus der Religion des Gewissens zu citieren: »Derselbe Egoismus, welcher zunächst als Selbsterhaltungstrieb auftritt, tritt später als Gattungstrieb auf und legt dadurch den Grund zu seiner Vernichtung, er zwingt das Menschengeschlecht, sich nach und nach loszusagen von der Moral des Egoismus und führt es langsam zur Moral der Liebe.

In der Mutterliebe entwickelt der Gattungstrieb seine schönste

Blüte. Die Mutterliebe ist der erste Sonnenstrahl, welcher in die Nacht des Egoismus fällt und dort tausend andere Strahlen erweckt. Durch den Einfluß der Mutterliebe, welche Generation mit Generation verbindet, entstehen nach und nach geordnete Familienverhältnisse . . . aus der Familie entwickelt sich aber das Staatsleben.« In diesem Gedankengange liegt unserer Ansicht nach der Schlüssel zu den unerschlossenen Pforten der Urgeschichte der Menschheit, deren Bild aus einer Reihe von unzusammenhängenden Skizzen nachkonstruiert werden muß.

Der Urgeschichte der Menschheit wendet sich auch Rée am Abschlusse seiner Arbeit zu, indem er darauf aufmerksam macht, daß schon die Kulturstufe der Geschlechterbildung nicht aller moralischen Urteile entbehrt. Wie entstehen dieselben? Ebenso wie die unsrigen: durch Gewohnheit im einzelnen Menschen, nachdem das Bedürfnis, vereint mit anthropomorph-religiösen Vorstellungen, sie in der Gattung geschaffen hat. Schrittweise zwar läßt sich ihre Entstehungsgeschichte nicht verfolgen, doch lassen sich Andeutungen geben, so z. B. in bezug auf die Gastfreundschaft. Vor allem wird es sich um die Beantwortung der beiden Fragen handeln:

Wie sind die Geschlechter entstanden?

Warum wurden Geschlechtsgenossen für einander unantastbar?

Auf beide Fragen wird erst dann genügendes Licht fallen können, wenn das Material für eine Geschichte der Ehe gesammelt und gesichtet ist.

§. 7.

Ehe ich zum Schlusse den Begriff der Verantwortlichkeit zu restituieren bez. zu ersetzen suche, drängt es mich zu bekennen, daß mir Rée's Abhandlungen für die Befestigung der gemeinsamen Grundlage unserer Arbeiten von großem Werte zu sein scheinen, zumal sie einerseits, durch neuere Untersuchungen anderer gestützt, auf ein reicheres Material zurückgreifen und anderseits in der Darstellung ruhiger und geschlossener sind, während ich von meiner ersten Schrift aus die in Rede stehenden Probleme in einer Reihe von Untersuchungen behandelt habe, meinen ersten Gedankengang bald berichtigend, bald erweiternd.

Dagegen wünschte ich es allerdings als einen Vorzug meiner Arbeiten angesehen zu wissen, daß sie zu einer Position zu gelangen mindestens redlich bestrebt sind, während Rée auf eine solche von vornherein verzichtet; es handelt sich aber nicht darum, bloß niederzureißen, sondern auch aufzubauen.

Gerade den Gegnern des Prinzips der Gesetzmäßigkeit wird stets ein willkommener Angriffspunkt geboten, wenn man es unterläßt, dem allgemeinen Bedürfnisse nach einer moralischen Schätzung der Handlungen den nötigen Ernst der Beurteilung zu widmen.

Der Begriff der Entwickelung, durch welchen das Prinzip der Gesetzmäßigkeit interpretiert werden kann, gestattet den Begriff der Verantwortlichkeit zu ersetzen durch den Begriff der ethischen Wertschätzung: das ist unsere Position.

Wir definieren die Ethik deshalb als eine Wertwissenschaft und

weisen ihr die Aufgabe zu, ein Maß festzustellen, mit dem man den ethischen Wert des Menschen bestimmen kann. Eine Lösung wird ermöglicht, indem wir die Menschheitsgeschichte betrachten und die in ihr vorhandenen ethischen Entwickelungsreihen in bezug auf den Charakter ihrer Gesetzmäßigkeit untersuchen. Dieses Verfahren weist auf eine allmähliche Abnahme des Egoismus hin und bestimmt als Ziel der ethischen Entwickelung die selbstlose Hingabe an die Interessen anderer. An diesem Ideale messen wir den Wert der Handlungen. Dieselbe Gesetzmäßigkeit im ganzen der Erscheinungen, welche das Ziel der Entwickelungen bestimmt, setzt auch den Wert einzelner Entwickelungsglieder fest . . . es handelt sich um die Abweichung vom Ideal.

Nachdem aber das Ziel auf diese Weise gegeben ist, kann es keinem Bedenken unterliegen, entsprechend dem Gebote »Liebe deinen Nächsten«, neben wechselnden Vorstellungen und Reizen auch das Ideal der Entwickelung als Motiv von Handlungen anzuführen. Was demselben seinen absoluten Wert verleiht, ist der Umstand, daß es durch die Gesetzmäßigkeit aller einzelnen ethischen Entwickelungen als Ziel bestimmt wird.

Indem man das Sein-Werdende, insofern es als Ideal gegeben ist, als Sein-Sollendes auffaßt, behauptet man nur, daß absolute Ziele vorhanden sind, denen näher und näher zu kommen unsere Bestimmung ist.

Indem man die Abweichung eines Entwickelungsgliedes vom unerreichbaren Ziele als Verschuldung (theol. Sünde) ansieht, gelangt man einerseits dazu, Grade der Verschuldung zu konstatieren, anderseits aber niemanden von aller Schuld freizusprechen, wodurch sich übrigens auch hier die tiefsinnige Lehre von der Erbsünde rechtfertigt[1].

Die That wird beurteilt und zwar nach ihren Motiven, und in der That wird der Thäter ethisch abgeschätzt.

Einem bestimmten staatlich organisierten Menschenkreise entspricht zu einer bestimmten Zeit eine ganz bestimmte Stufe der ethischen Entwickelung: wer innerhalb eines staatlichen Verbandes seine Handlungen im Sinne einer veralteten Moral, über welche die Geschichte bereits hinweggeschritten ist, auszulegen gewillt ist, tritt damit aus dem Rahmen der politischen Gemeinde heraus und wird nach Recht und Sittengesetz verurteilt.

Wenn Rée auch am Schlusse seiner Arbeit das Gewissen lediglich als ein Bewußtsein hinstellt, welches diese Handlungen lobt und jene tadelt, so müssen wir hinzufügen, daß in der Kulturentwickelung von Jahrtausenden der Zustand einer allgemeinen Nächstenliebe als Ziel der ethischen Umbildung der Menschheit angedeutet liegt und daß dieses Ideal uns den festen Maßstab einer unbestechlichen Beurteilung darbietet.

Von diesem Gesichtspunkte aus sind die Schlußdefinitionen von Rée umzubilden: das Gute und das Böse haben zwar einmal, nicht bloß sprachlich, sondern auch sachlich erst mit dem Angenehmen und dem Unangenehmen und dann mit dem Nützlichen und Schäd-

[1] Vgl. D. Philos. als deskript. Wiss. S. 29 u. 30.

lichen enge Gemeinschaft gehalten, aber im Prozesse unserer Entwickelung hat sich die ethische Beurteilung selbständig gemacht, nachdem sie die ästhetische Beurteilung von seiten des Egoismus durch das Prinzip der Utilität überwunden hatte.

Weil es im Wesen des einzelnen liegt, egoistisch zu sein, und weil der Verkehr des einen mit dem andern zu einer Abschwächung des angestammten Egoismus führt, und weil endlich jede Generation auf jedem Gebiete ihr ererbtes und erworbenes Besitztum der folgenden durch Vererbung und Erziehung überträgt, darum nimmt der Egoismus von Generation zu Generation ab.

Diese Abnahme dokumentiert sich in der Gestaltung der Moral, welche immer mehr und mehr dem Ideale einer selbstlosen Nächstenliebe zugestrebt hat, wenn auch die Gesinnungen und Handlungen der Menschen von diesem Ideale im einzelnen bald mehr und bald weniger abgewichen sind.

So tritt der verpönte Kampf ums Dasein, den man nun einmal nicht wegleugnen kann, in den Dienst[1] des sittlichen Ideals: man hat denselben als einen Selbstvernichtungskrieg des Egoismus aufzufassen, als das Vehikel auf dem Wege zum Ideal.

Freilich darf man nicht vergessen, daß in der Geschichte die Entwickelung der Gottesvorstellungen der Entwickelung der ethischen Anschauungen parallel geht und daß die Idee der transscendenten Gottheit und die Thatsache der heteronomen Moral einer bestimmten Kulturstufe entsprechen, die Idee der immanenten Gottheit und die Thatsache der autonomen Moral einer anderen, und daß die beiden hiermit gegebenen Weltanschauungen historisch durch viele Mittelglieder verbunden erscheinen.

Zuerst tritt die Gottheit, in viele Gestalten für unser Bewußtsein auseinandergezogen, uns entgegen als eine transscendente, d. h. als eine außerhalb unserer Sphäre liegende und uns fremd gegenüberstehende Macht, welche uns lediglich gebietet; zuletzt wird die Gottheit, um mit dem Dichter zu reden, in unsern Willen aufgenommen, sie wird uns immanent und ihre Gebote sind uns autonom. Das Gewissen als Stimme der immanenten Gottheit . . . das ist das Grunddogma einer Religion des Gewissens: das Prinzip der gesetzmäßigen Entwickelung stellt uns dieselbe hin als ein wohl bestimmbares, aber in endlicher Zeit unerreichbares Ziel, d. h. als ein Ideal unserer Zukunft.

[1] Vgl. „Zur Rel. Phil." in den Jahrb. f. prot. Theol. 1882.

Braunschweig. Dr. Alex. Wernicke.

Zoologie.

Über funktionelle und phylogenetische Beziehungen der Seitenorgane zum Gehörorgan der Wirbeltiere.

(Nach älteren und neueren Angaben verschiedener Autoren zusammengestellt.)

Die Sinneshügel der Seitenorgane (Nervenhügel, Merkel) der *Anamnia*[1] weisen hinsichtlich ihres feineren Baues eine Reihe wichtiger Merkmale auf, die sie mit dem Epithel der Maculae acusticae und besonders der Cristae acusticae, mit andern Worten dem Sinnesepithel der Säckchen und der Ampullen der Bogengänge teilen. Hier wie dort finden sich zwischen indifferenten Stützzellen Sinneszellen von birnförmiger Gestalt, die auf ihrer freien Oberfläche je einen haarähnlichen Fortsatz tragen. Diese Sinneshaare tauchen bei den in Rinnen *(Chimaera)* oder Kanäle (Selachier, Teleostier) zurückgezogenen Seitenorganen ebenso wie bei der Crista acustica in eine halbflüssige Substanz (G. Retzius, Das Gehörorgan der Wirbeltiere, Bd. II, S. 363 und 364), die sog. Cupula terminalis, welche die Haare umfaßt. Dagegen kommen Kalkkonkremente, also otolithenähnliche Bildungen, wie sie die Maculae acusticae decken, über dem Sinnesepithel der Seitenorgane nicht vor.

Auch bezüglich des gröberen morphologischen Verhaltens reihen sich die beiderseitigen Organe ungezwungen aneinander an. Wer freilich die Teleostier als Ausgangspunkt der Vergleichung nehmen wollte, würde alsbald auf eine nicht unerhebliche Differenz stoßen. Bei der zuletzt genannten Gruppe verharren die Seitenorgane entweder zeitlebens an dem Orte ihrer ersten Anlage, im Niveau des Integuments, dann spricht man von freien Seitenorganen und nennt als Beispiele Formen wie *Gobius*, *Gasterosteus*, *Esox;* oder sie finden sich nach Ablauf ihrer Entwickelung in Kanälen geborgen, die durch mehr oder weniger zahlreiche Öffnungen (Poren) mit der Außenwelt zu kommunizieren pflegen. Das Gehörorgan der Knochenfische stellt dagegen 2 Säckchen dar, die von ihrem Mutterboden, dem Integument, sich gänzlich abgeschnürt haben. Anders bei den Selachiern! Hier steigt vom Sacculus eine Röhre, der Ductus endolymphaticus, zur äußern Haut empor, um daselbst frei auszumünden; es steht also das Lumen des Sacculus und damit auch das des gesamten häutigen Labyrinths mit dem umgebenden Medium in offener Kommunikation. Die Konfiguration der embryonalen Anlage des Gehörorgans, der sog. Gehörgrube, hat sich also bis zu einem gewissen Grade auch am ausgebildeten Organismus erhalten; die Übereinstimmung mit dem Verhalten des Seitenkanalsystems liegt auf der Hand. In der That haben denn auch schon verschiedene Autoren die beiderseitigen Organe als verwandte Bildungen angesprochen. Es wird daher vielleicht manchem der geehrten Leser des »Kosmos« erwünscht sein, die verschiedenen Ansichten der Forscher hier kurz zusammengestellt zu finden. Freilich soll hier nur ein Referat und keine Kritik gegeben werden. Eine gegen-

[1] Rudimentäre Organe der Seitenlinie finden sich nach Froriep (Arch. f. Anat. u. Phys. [Anatom. Abt.] 1884, p. 1—55) sogar noch an den Kiemenspalten von Säugetierembryonen.

seitige Abwägung der einzelnen Meinungen wird wohl passender Weise einstweilen unterbleiben müssen, um dem letzten Autor, der über jene Beziehungen geschrieben und eine ausführliche Erörterung in Aussicht gestellt hat, JOHN BEARD, nicht das Wort abzuschneiden.

LEYDIG, der die Bedeutung der Seitenorgane, der »Schleimkanäle«, wie man sie früher nannte, als Sinnesorgane zuerst erkannte (1850), machte auch schon auf die Übereinstimmung »zwischen einem Bogengang des Gehörorgans mit seiner Ampulle und einer sog. Schleimröhre« aufmerksam. —

F. E. SCHULZE, der die haartragenden Sinneszellen entdeckte, wies gleichzeitig auch auf die Ähnlichkeit derselben mit den Sinneszellen der Crista acustica hin, deren freien Flächen gleichfalls je ein feines, starres Haar aufsitzt. Dennoch ist er weit entfernt, die Seitenorgane als wahre Hörapparate anzusehen. Denn einmal bestehe ja schon bei Fischen ebenso wie bei Amphibien ein wohlentwickeltes, »durchaus nach demselben Typus wie bei den (übrigen) Wirbeltieren gebautes Gehörorgan«; und weiterhin seien dort »immer noch erhebliche Unterschiede in den Bauverhältnissen zwischen beiden Organsystemen« nicht zu verkennen. Die Hauptdifferenz findet er darin, daß die Sinneshaare der Seitenorgane nicht wie die Hörhaare in eine allseitig eingeschlossene[1] Flüssigkeit, die Endolymphe, hineinragen, sondern frei in das umgebende Wasser. Besonders wichtig erscheint ihm aber der Umstand, daß die Haare der Sinneszellen der Seitenorgane »weit kürzer und derber« sind als die der Sinneszellen der Crista acustica, welche in eine lange, feine Spitze ausgezogen sind. Er gelangt somit zu der Vorstellung, daß die Seitenorgane »einen speziell für den Wasseraufenthalt eingerichteten Sinnesapparat darstellen, geeignet zur Wahrnehmung von Massenbewegungen des Wassers gegen den Fischkörper oder dieses gegen die umgebende Flüssigkeit, so wie von groben durch das Wasser fortgeleiteten Stoßwellen mit längerer Schwingungsdauer, als sie den das Gehörorgan affizierenden Wellen zukommt« (Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VI, p. 86).

Später nahm MAYSER bei Gelegenheit seiner Studien über das Gehirn der Knochenfische Anlaß, sich über die Beziehungen der Seitenorgane zum Gehörorgan auszusprechen. Bekanntlich verlaufen die Nerven für den zuerst genannten Apparat in der Bahn des Trigeminus und des Vagus (Ramus lateralis n. vagi), also im Bereiche zweier Gehirnnerven, allein sie entstammen, wie schon STANNIUS wußte, einem gemeinsamen zentralen Herde, nämlich einer von ihm als Lobus medullae oblongatae oder Lobus posterior bezeichneten Anschwellung des verlängerten Markes. MAYSER bezeichnet nun die eine Wurzel der Seitennerven des Vagus geradezu als »hintere Akustikuswurzel« und fügt hinzu, sie stimme mit der eigentlichen (vorderen) Wurzel dieser Nerven hinsichtlich der Breite ihrer Fasern durchaus überein. Die Elemente des Trigeminus gleichen Kalibers, die zu den Seitenorganen des Kopfes treten, deutet er gleichfalls als Akustikusfasern. Seiner Meinung nach haben wir die Seitenorgane der

[1] Vergl. dagegen oben die Angaben über den Ductus endolymphaticus der Selachier.

Fische als ein accessorisches Gehörorgan anzusehen. Wenn man ihm auch nicht geradezu die Funktion, Schallempfindungen zu vermitteln, wird zuschreiben können, so wird man sich doch vorstellen dürfen, daß seine Funktion »in den Bereich des zur Zeit noch unvollkommen erkannten Gehörsinns fallen wird« (Z. f. wiss. Zool., Band 36, p. 312).

Der von Mayser vertretenen Anschauung schließt sich R. Wright an (vergl. Some preliminary notes in the anat. of fishes, Proceed. of the Canadian Institute, 1885). Derselbe beobachtete, daß bei *Hypophthalmus*, einem Siluroiden, der Weber'sche Apparat, der bei dieser Familie in Form einer den Gehörknöchelchen ähnlichen Kette von Ossifikationen zwischen der Schwimmblase und dem häutigen Labyrinth sich einschaltet und der bei den übrigen Gliedern derselben gut entwickelt zu sein pflegt, in auffallender Weise reduziert sich zeigt. Die beträchtliche Entfaltung des Seitenkanalsystems an Kopf und Rumpf, dessen Stämme in zierlichster Weise reichlich hier sich verästeln, und fernerhin die mächtige Entwickelung der zugehörigen Nerven, als deren Zentrum Wright gleichfalls das Tuberculum acusticum des Gehirns proklamiert, werden von ihm als kompensatorische Erscheinungen erklärt. Auch in dem Verhalten der Kopfnerven von *Amiurus* findet der Autor eine Stütze für Mayser's Anschauung.

Die bisherige Betrachtung legte den Hauptaccent auf die funktionelle Seite der Beziehungen beider Sinnesapparate. Vor kurzem hat nun John Beard (Zoolog. Anz. 1884, No. 161 und No. 162 und 1885, No. 192) den Versuch gemacht, dieselben auch phylogenetisch mit einander zu verknüpfen: er leitet das Gehörorgan der Vertebraten als sekundäre Bildung von den Seitenorganen als der ursprünglicheren Einrichtung ab. Der Gedankengang unseres Autors ist folgender: Die Nervenhügel der Seitenlinie des Rumpfes sind ursprünglich segmental angeordnet, derart daß auf jedes Metamer des Körpers ein Paar solcher Organe kommt. Es läßt sich ferner wahrscheinlich machen, daß der Vagus, der dieselben bei den jetzt lebenden Repräsentanten der Fische innerviert, aus der Verschmelzung mehrerer segmentaler Nerven entstand und daß derselbe allmählich auch die Funktion weiter aboralwärts folgender spinaler Nerven, die für Seitenorgane bestimmt waren, übernahm. So kam das eigentümliche Verhalten zustande, daß ein Gehirnnerv mit einem Teil seiner Fasern Integumentalorgane versorgt, die in linearer Anordnung bis zum Leibesende sich erstrecken.

Nun hat die Entwickelungsgeschichte der Kopfnerven ergeben, daß nach vorn vom Vagus vier Paare segmentaler Nerven anzunehmen sind, deren dorsale Äste für Seitenorgane bestimmt waren. Als dorsaler Ast[1] des dritten segmentalen Nervenpaars stellt sich der N. acusticus heraus (den ventralen Ast bezeichnen wir als N. facialis), und damit erhalten wir einen Hinweis auf die Genese des Gehörorgans der Wirbeltiere.

Es stellt eine besondere Differenzierung des Systems der Seitenorgane dar. Die ursprünglich einfache Bildung komplizierte sich später, indem sekundäre Einrichtungen (halbzirkelförmige Kanäle u. s. w.) dazu traten.

[1] Vergl. auch Gegenbaur, Grundr. d. vergl. Anat., 1. Aufl. p. 540.

Zu dem Bericht über den Stand der hochinteressanten Frage möchte sich Ref., der aus dem schon angegebenen Grunde einer Kritik der Meinungen sich enthält, nur noch eine Bemerkung gestatten. Er ist der Ansicht, daß wohl manche Bedenken, die einer Annäherung der Seitenorgane an das Gehörorgan im Wege zu stehen scheinen, leicht zu beseitigen sein dürften. Allein anderseits kann er sich auch nicht dem Eindruck verschließen, als wenn thatsächlich bestehende Schwierigkeiten zu gering angeschlagen würden. Hoffentlich gelingt es der ausführlichen Mitteilung von Beard, auf die man gespannt sein darf, alle Zweifel an der befriedigenden Lösung des Problems zu zerstreuen. B. S.

Botanik.

Die botanischen Ergebnisse der Challengerexpedition.

I. Verbreitung der Pflanzen durch Meeresströmungen und Vögel.

Die Beobachtung, daß durch Meeresströmungen Pflanzenfrüchte und -samen weit vom Ort ihrer Entstehung weggetragen werden können, ist schon von vielen Naturforschern gemacht worden. Linné war es bereits bekannt, daß eine Reihe von Früchten amerikanischen Ursprungs wie *Cassia fistula*, *Anacardium occidentale*, *Mimosa (Entada) scandens*, *Cocos nucifera* an der norwegischen Küste nicht allzu selten stranden. — In seiner Reise um die Welt citiert Darwin aus Holmann's Reisen folgende Stelle: »Samen und Pflanzen von Sumatra und Java sind von den Wellen an der vor dem Wind gelegenen Seite der Inseln (Keeling-Island) angetrieben worden. Unter denselben haben sich befunden der Kimiri auf Sumatra und der Halbinsel von Malakka einheimisch, die Kokosnuß von Balci, durch ihre Form und Größe zu erkennen, der Dadaß, von den Malayen mit dem Pefferweine angepflanzt, welch letzterer sich um seinen Stamm windet und sich durch die Stacheln an dem Stamm festhält; die Rizinuspflanze, Stämme der Sagopalme und noch verschiedene Samen, welche den auf den Inseln niedergelassenen Malayen unbekannt waren. Man vermutet, daß diese Gegenstände sämtlich von dem Nordwest-Monsun nach der Küste von Neu-Holland und von dort von dem Südost-Passatwind nach diesen Inseln hergetrieben worden sind . . . Alle die kräftigen Samen, wie die der Kletterpflanzen, behalten ihre Keimkraft, aber die zartern Sorten, unter denen sich die Magostine befindet, werden auf dem Wege zerstört« (Darwin, Reise pag. 524). Ähnliche Beobachtungen machte Chamisso auf seiner Weltumsegelung. »Das Meer bringt die Samen und Früchte vieler Bäume zu diesen Inseln (Radak-Archipel), von welchen die meisten hier noch nicht gewachsen sind. Der größere Teil dieser Samen hat allem Anschein nach die Fähigkeit zu wachsen noch nicht verloren.« — In einem Bericht der Weltumsegelung der »Uranie« und der »Physicienne« (1817—1820) — wir citieren nach dem »Report« — heißt es: »Mit Seetang untermischt treiben Blätter, Blüten, Früchte und

selbst ganze Stämme. Wir unterschieden manche bald durch ihre Farbe, bald durch ihre Zahl, bald durch ihre Größe merkwürdige Blüten baumartiger Apocyneae des Genus *Plumeria* und *Tabernaemontana*, der Gattung *Musa*, *Mucuna*, *Erythrina* und *Portlandia*, vor allem aber der Spezies *Agati grandiflora* und *Spathadea longiflora*. Von Früchten werden erwähnt die Kokosnuß, Arekanuß und verschiedene andere Palmenfrüchte; *Barringtonia speciosa*, *Eugenia malaccensis*, *Xylocarpus granatum*, die offenen Fruchtschalen von 2 oder 3 *Stercularia*-Spezies, Hülsen von *Galedapa*, *Dolichos*, *Abrus*, *Omphalobium*, *Agati* und *Adenanthera*, stets Samen enthaltend. Die Stein-, Fleisch- und Holzfrüchte von *Cycas*, *Terminalia*, *Heritiera*, *Calophyllum* und 3 oder 4 Spezies *Myristica*, die langen Kapseln einer Bignoniacee, die häutigen Früchte von *Hernandia sonora* und endlich die Fleischfrüchte von *Tabernaemontana aurantiaca*.«

Selbstverständlich legten solche Beobachtungen die Frage nahe: Kommt den Meeresströmungen bei der Verbreitung der Pflanzen in der gegenwärtigen Flora eine Bedeutung zu?

Die Frage wird allerdings nicht durch die Kenntnis der einen Thatsache, daß eine mehr oder weniger bedeutende Zahl von Früchten und Samen verschiedener Spezies auf dem Meere treibend oder an Seeküsten strandend beobachtet wird, ihre Beantwortung finden können. All diese Samen werden erst dann zur Ausbreitung der oder jener Art dienlich sein, wenn sie durch den kürzern oder längern Aufenthalt im Meerwasser ihre Keimfähigkeit nicht verloren haben.

Darwin hat wohl zuerst diesen Gegenstand einer experimentellen Prüfung unterzogen. In seinem Werk über die Entstehung der Arten Kap. 12 macht er über seine bezüglichen Untersuchungen folgende Angaben. Von 87 Spezies keimten 64 noch, nachdem sie 28 Tage lang im Meerwasser gelegen. Einige wenige bewahrten ihre Keimfähigkeit noch nach 137 Tagen. Von besonderer Bedeutung ist die Beobachtung, daß an der Luft getrocknete Früchte oder Samen, die im frischen Zustand sofort oder nach kurzer Zeit im Wasser sanken, also auch im Meer, wie immer der Einfluß des Meerwassers auf ihre Keimfähigkeit sein mochte, keine großen Strecken zurückzulegen vermögen, oft sehr lange schwammen. Reife Haselnüsse sanken, getrocknete schwammen 90 Tage und keimten dann, wenn sie gepflanzt wurden. Eine Spargelpflanze mit reifen Beeren sank nach 23 Tagen, wurde sie getrocknet, erst nach 85 Tagen und die Beeren waren noch keimfähig. Die Früchte von *Helosciadium* sanken im reifen Zustand nach 2 Tagen, lufttrocken schwammen sie noch nach 90 Tagen und hatten ihre Keimfähigkeit bewahrt.

Ähnliche Versuche mit ähnlichem Erfolg wurden von Martins in Montpellier und von Thuret in Genf ausgeführt.

Trotz dieser Versuche war man im allgemeinen geneigt, den Einfluß der Meeresströmungen auf die Verbreitung der Pflanzen sehr gering anzuschlagen. Da ein Sammeln treibender Samen und Früchte in größerem Maßstabe bisher fehlte, ließ sich objektiver sagen, die Frage ist noch nicht spruchreif. Weitere Beobachtungen über treibende Samen und Früchte und die direkte Vergleichung der Floren kleiner vom Kontinent weit abgelegener Inseln, die zudem als rezente Bildungen zu erkennen sind, z. B.

auf die Thätigkeit riffbauender Korallen zurückgeführt werden müssen, mit den Spezies der treibenden Samen können die Bedeutung der Meeresströmungen für die Verbreitung der Pflanzen erst ins rechte Licht stellen.

Die für verschiedene Wissenszweige so hochwichtige Voyage of Challenger hat auch nach dieser Richtung hin zu überaus interessanten Resultaten geführt, die in einer Abhandlung On the dispersal of plants by oceanic currents and birds des ersten Bandes des Report of the scientific results, Botany zusammengestellt sind.

Bei der großen Bedeutung des Gegenstandes dürfte sich nachfolgende Zusammenstellung, das vollständige Artenverzeichnis der treibenden Früchte und Samen, dem jedoch nicht nur die Beobachtungen während der Challengerexpedition zu Grunde liegen, an Hand der Darlegungen der citierten Abhandlung wohl rechtfertigen. (Tabelle s. S. 394, 395.)

So sind also die Früchte oder Samen von 37 Familien, repräsentiert durch 81 Genera und 97 Spezies, als treibende nachgewiesen. Viele der kleinen vulkanischen oder korallinischen Inseln des stillen Ozeans haben eine Flora, die dieser Treibflora weder an Familien-, Gattungs- noch Artenreichtum gleichkommt[1]. Daß für die Physiognomie dieser kleinen, doch selbst auch größeren Inseln die Treib-Flora von hervorragender Bedeutung werden kann, ist daher wohl augenfällig.

Bevor wir nun an bestimmten Beispielen an Hand der botanischen Forschungen während der Challengerreise den Einfluß bestimmen, den die Meeresströmungen bei der Besiedelung vieler Inseln nahmen, soll der Einfluß der Vögel auf die Verbreitung von Pflanzen eine kurze Erörterung finden.

Moseley, der Botaniker der Expedition, schreibt hierzu unter anderem: ». . . . Die verschiedenen *Carpophaga*-Spezies müssen bei der Verbreitung der Pflanzen, namentlich der Bäume, über das weite Gebiet, welches sie bewohnen, eine sehr hervorragende Rolle spielen. Die Kröpfe dieser Vögel enthalten eine erstaunliche Menge von Früchten, die selbst noch größer sind als die Muskatnuß. Viele dieser Früchte sind ganz unverletzt und zur Keimung durchaus tauglich. Wenn also diese Tauben die Früchte z. B. infolge einer Verwundung oder wenn sie erschreckt werden oder auch sonstwie zufällig auswerfen, jedenfalls aber die harten unverdaulichen Kerne, so tragen dieselben diese Baumsamen von einer Insel zur andern.«

Doch nicht allein auf diesem Wege werden die Vögel der Ausbreitung der Pflanzen dienen. Samen können mit Härchen, Stacheln etc. am Gefieder anhaften, um gelegentlich ganz anderswo zufällig abgestreift zu werden. An der Erde, welche z. B. an den Füßen von Sumpfvögeln leicht anhaften kann, können auch Samen von Sumpfpflanzen kleben bleiben und über weite Gebiete getragen werden. —

Der Kropfinhalt einer Anzahl von Tauben (*Carpophaga rhodinolaema*) ließ die Samen folgender Gattungen und Arten erkennen: Besonders

[1] Eigentlich ist die Treibflora noch bedeutend umfangreicher, denn zu der gegebenen Liste kommen noch 51 Arten, auf 47 Gattungen und 27 Familien verteilt, für die eine Verbreitung durch Meeresströmungen wenigstens höchst wahrscheinlich ist.

Übersicht der Treibfrüchte und -Samen.

Familie.	Gattung.	Art.	Neu-Guinea.	Aru.	Bermudas.	Bougainville.	Molukken.	Jamaika.	Norwegen.	Java.	Anderwärts.
Anonaceae	?	?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	Polyalthia od. *Ellipeca*?		*	.	.	.	.	.	.	.	.
	Artobotrys	*odoratissima*?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Menispermaceae	*Chlaeandra*	*ovata*?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Bixineae	*Pangium*	*edule*	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Dipterocarpeae	*Vateria*	*papuana*	*	*	.	.	.	.	.	.	.
Malvaceae	*Hibiscus*	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	—	*tiliaceus*	.	.	*	*	.	.	.	.	.
	Thespesia	*populnea*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Sterculiaceae	*Heritiera*	*littoralis*	*	*	.	*	.	.	.	.	.
	Sterculia	2 oder 3 sp.	.	.	.	.	*	.	.	.	.
Guttiferae	*Calophyllum*	*inophyllum*	*	.	.	*	*	*	.	.	.
	—	*calaba*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
Ochnaceae	*Brackenridgea*	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Meliaceae	*Carapa*	*moluccensis*	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	—	*guyanensis*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
	Flindersia	*amboinensis*	.	*	.	.	.	.	.	.	.
Olacineae	*Gomphandra*	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Rhamnaceae	*Smythea*	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Ampelideae	*Leea*	*sambucina*	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	Vitis	*vinifera*	.	.	.	.	.	.	.	.	*
Sapindaceae	*Sapindus*	*saponaria*	.	.	*	.	.	.	.	.	.
	Harpullia	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Anacardiaceae	*Anacardium*	*occidentale*	.	.	.	.	.	.	*	.	.
	Dracontomelon	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	Spondias	sp.?	.	.	.	.	.	*	.	.	.
Leguminosae	*Pongamia*	*glabra*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	Pterocarpus	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	Sesbania	*grandiflora*	.	.	.	.	*	.	.	.	.
	Canavalia	*obtusifolia*	*	.	.	.	.	*	.	.	.
	—	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	Entada	*scandens*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
	Abrus	*precatorius*	.	.	.	.	*	.	.	.	.
	Mucuna	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	—	*urens*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
	—	*pruriens*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
	—	*gigantea*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	—	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	Erythrina	sp.?	.	.	.	.	*	.	.	.	.
	Dioclea	*reflexa*	*	.	.	*?	.	.	.	.	.
	—	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	Adenanthera	sp.?	.	.	.	.	*	.	.	.	.
	Ecastaphyllum	*Brownei*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
	Dolictos	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	Ecastaphyllum	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.

Familie.	Gattung.	Art.	Neu-Guinea.	Aru.	Bermudas.	Bougainville.	Molukken.	Jamaika.	Norwegen.	Java.	Anderwärts.
Leguminosae	*Cassia*	*fistula*	.	.	.	.	.	*	*	.	.
	Acacia	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	Bauhinia	sp.?	.	.	.	* *	.	.	.	.	.
	Cynometra	sp.?	.	.	.	* *	.	.	.	.	.
	Caesalpinia	*bonduc*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
	—	*bonducella*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
	—	*nuga*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	Dimorphandra	*mora*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
Rosaceae	*Parinarium*	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhizophoreae	*Rhizophora*	*mucronata*	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	Bruguiera	*Rheedii*	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Combretaceae	*Terminalia*	sp.?	*	.	.	*	.	.	.	.	.
	Lumnitzera	*coccinea*	*	.	.	* *	.	.	.	.	.
Myrtaceae	*Barringtonia*	*speciosa*	*	.	.	* *	*	.	.	.	.
	Eugenia	*malaccensis*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	—	*jambos*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
	Sonneratia	sp.?	.	.	.	.	*	.	.	.	.
Cucurbitaceae	*Fevillea*	*cordifolia*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
Rubiaceae	*Guettarda*	*speciosa*	*	.	.	*	.	.	.	.	.
Apocyneae	*Chilocarpus*	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	Cerbera	*odollam*	*	*	.	*	.	.	.	.	.
	Tabernaemontana	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	—	*aurantiaca*	.	.	.	.	*	.	.	.	.
	Plumeria	sp.?	.	.	.	.	*	.	.	.	.
	Ochrosia	*parviflora*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Boragineae	*Cordia*	*subcordata*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Convolvulaceae	*Ipomaea*	*pes caprae*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
	—	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Verbenaceae	?	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Laurineae	*Hernandia*	sp.?	*	.	.	*	.	.	.	.	.
Euphorbiaceae	*Aleurites*	*moluccana*	.	.	.	.	.	.	.	*	.
	Ricinus	*communis*	.	.	.	.	.	.	.	.	*
	Omphalea	*diandra*	.	.	.	.	.	*	.	.	.
	Excaecaria	*indica*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Urticaceae	*Ficus*	sp.?	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Cupuliferae	*Quercus*	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Juglandeae	*Juglans*	sp.?	.	.	.	.	.	*	.	.	.
Casuarineae	*Casuarina*	*equisetifolia*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Orchideae	?	sp.?	.	.	.	.	.	.	.	.	*
Amaryllidaceae	*Crinium*	*asiaticum*	.	.	.	*	.	.	.	.	.
Palmae	*Coccos*	*nucifera*	.	.	.	*	.	.	*	.	*
	Nipa	*fruticans*	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	Calamus	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
	Orania	*arruensis*	.	*?	.	.	.	.	.	.	.
	Manicaria	*saccifera*	.	*	.	.	.	*	.	.	.
	Sagus	sp.?	.	.	.	.	.	.	.	.	*
	Astrocaryum	sp.?	.	.	.	.	.	*	.	.	.
Pandanaceae	*Pandanus*	sp.?	*	.	.	.	.	.	.	.	.
Cycadeae	*Cycas*	sp.?	.	.	.	.	*	.	.	.	.
Gnetaceae	*Gnetum*	*rumphianum*	.	*	.	.	.	.	.	.	.
	—	sp.?	.	*	.	.	.	.	.	.	.

reichlich waren stets die Samen einer Spezies der zu den Tiliaceen gehörigen Gattung *Elaeocarpus* vorhanden. Von *Soulamea amara* wurde eine leere Frucht gefunden. Zweierlei Früchte sind wahrscheinlich einer Spezies der Gattung *Rourea* und einem nicht genauer zu bestimmenden Genus der Rubiaceae zuzuzählen. Reichlich fand sich wieder *Myristica*, wahrscheinlich Früchte einer Spezies. Einige nicht näher zu bestimmende Samen werden verschiedenen Spezies der Laurineen zugezählt. Von einer Spezies der Euphorbiaceengattung *Phyllanthus* ist ein Samen gefunden worden. *Clinogyne grandis* und einige *Gnetum*-Spezies sind ferner in diesem Kropfinhalt vertreten.

Durch Beobachtungen anderer Naturforscher ist dieses Verzeichnis noch zu vervollständigen. Samen von *Onocarpus viticensis*, einer Therebintacee, wurden im Kropf von *Carpophaga latrans* gefunden. Im Kropf einer Taube von Neu-Guinea fanden sich Samen einer *Ficus*-Art und von einem *Gnetum*. In Kröpfen von Tauben der Salomonsinseln wurden nachgewiesen: Samen zweier *Ficus*-Spezies, einer *Psychotria*, einer *Eugenia*, einer *Premna* und einer *Areca*.

Zur Illustration des Einflusses, welchen Meeresströmungen und Vögel auf die Verbreitung der Pflanzen haben können, wählen wir die Admiralitätsinseln aus, eine Gruppe von kleinen Inseln, die zwischen $1^0\,50'$ bis $3^0\,10'$ s. Br. und 146^0—148^0 ö. L. liegen, 130 Meilen vom nächstgelegenen Punkt Neu-Guineas entfernt.

Die Inseln sind vulkanischen Ursprungs, der Küstensaum der Hauptinsel, in etwas untergeordneterem Grade jedoch auch der der kleineren Inseln, wird von Korallenriffen begleitet.

Die Phanerogamenflora der Admiralitätsinseln, welche zum erstenmale von Moseley untersucht wurde, besteht aus 38 Familien, 66 Genera und 69 Spezies. Keine Familie ist sonderlich reich repräsentiert; denn die an Gattungen und Arten reichste, die Orchideae, zählt nur 5 Genera und 5 Spezies. Die Leguminosae, Rubiaceae, Euphorbiaceae und Urticaceae sind durch je 4 Gattungen und 4 Arten vertreten; die Rhizophoreae, Verbenaceae und Gramineae durch 3 Genera und 3 Spezies, die Myrtaceae durch 2 Genera und 3 Spezies, die Guttiferae, Rhamneae, Melastomaceae, Apocyneae, Acanthaceae und Cyperaceae durch 2 Gattungen und 2 Arten. Die übrigen 22 Familien sind je durch eine Gattung und eine Art vertreten.

Weitaus die meisten der Spezies dieser Flora sind in den Tropen mehr oder weniger weit verbreitet. Immerhin herrscht, wie der nachfolgenden Zusammenstellung zu entnehmen ist, der Charakter der Flora des malayischen Archipels vor. 62 Spezies, d. s. $90\,\%$ der Flora der Admiralitätsinseln kommen auch dort vor, zum großen Teil Pflanzen, die allerdings auch in andern tropischen und subtropischen Distrikten heimisch sind. Denn von den 34 Spezies, welche die Admiralitätsinseln mit Australien teilen, sind 33 Arten zugleich auch im malayischen Archipel verbreitet. 49 Spezies begegnen uns als Glieder der Flora des asiatischen Kontinentes, Arten, die jedoch allesamt auch im malayischen Archipel gefunden werden, $^3/_5$ derselben auch in Australien und Afrika. Wenn die afrikanische Flora in relativ starker Vertretung erscheint —

die 28 in Afrika vorkommenden Arten repräsentieren 40% der Flora der Admiralitätsinseln — so darf man nicht außer acht lassen, daß alle diese Arten den tropischen Kosmopoliten angehören. Alle kommen auch in der Flora des malayischen Archipels und des asiatischen Kontinentes vor, 24 derselben auch in Australien. Auch der amerikanischen Repräsentanz kommt ein tropisch-kosmopolitischer Charakter zu, denn alle 10 amerikanischen Arten treffen wir auch im malayischen Archipel, in Australien, dem asiatischen Kontinent und Afrika an.

Beschränkte Verbreitung kommt nur 8,5% der ganzen Flora zu. Die einzige Rosacee der Inselflora, *Parinarium laurinum*, ist auch aus den Salomons-, Fidschi- und Samoainseln bekannt. *Psychotria turbinata*, eine Rubiacee, und die zu den Orchideen gehörige *Tropidia effusa* sind nur noch von den Fidschiinseln her bekannt, *Premna toilensis*, eine Verbenacee, auch von den Fidschiinseln und Samoa. — *Medinella halogeton*, *Hydnophytum moseleyanum* und *Dendrobium nitidissimum* sind die endemischen Arten der Flora der Admiralitätsinseln, so daß also nur 4,3% derselben endemisch sind.

Sicherlich ist es kein Zufall, wenn gerade weitverbreitete Arten fast den ganzen Florenbestand dieser Inselgruppe bilden. Die geographische Verbreitung der meisten Arten der Flora der Admiralitätsinseln weist uns mit größter Wahrscheinlichkeit auf die Agentien hin, welche die Besiedelung bewirkten. Da die Inseln z. T. korallinische, z. T. vulkanische Bildungen, also jüngern geologischen Datums sind, ist nicht daran zu denken, daß diese Florenelemente Reste einer einst ausgedehnten kontinentalen Flora darstellen. Wenn dennoch so weit verbreitete Arten die Inseln bewohnen, so können sie nur durch Vögel und Meeresströmungen eingeführt worden sein.

In der That stimmen denn auch 23 Gattungen, bezw. Arten, d. h. 33% der Flora mit früher genannten Treibpflanzen — wir berücksichtigen hierbei nur die wirklich beobachteten, nicht auch die mutmaßlichen Treibpflanzen — oder Arten aus dem Kropfinhalt von Tauben überein. Von andern Arten, z. B. den Cyperaceen und vielleicht auch den Gramineen, dürfte leicht durch Sumpfvögel unbewußte Aussaat stattgefunden haben, wie denn auch die beerenfrüchtigen und steinfrüchtigen Arten, z. B. die durch eine maulbeerähnliche Sammelfrucht ausgezeichnete *Morinda citrifolia* oder die durch saftige Früchte oder Steinfrüchte charakterisierten Verbenaceae *Callicarpa* und *Clerodendron*, ähnlich wie ihre nahe Verwandte, die *Premna*, durch Vögel gar leicht vertragen werden können.

Die Besiedelung selbst können wir uns in diesem und in ähnlichen Fällen, wie Hemsley in seinem Report on present state of knowledge of various insular floras hervorhebt, etwa in folgender Weise denken. Er schreibt hierüber (pag. 46): »Selbst auf die geringe Zahl von Blütenpflanzen, deren Samen durch Meeresströmungen oder Vögel verbreitet werden, aufbauend, können wir die successive Besiedelung einer Insel mit Kräutern, Sträuchern und Bäumen skizzieren . . . Darwin's Versuche beweisen, daß viele Samen, die mehliges Eiweiß haben, länger im Seewasser verbleiben können, ohne ihre Keimkraft zu verlieren. Deshalb können wir annehmen, daß die Samen manches beinahe ubiqui-

tären, sandbewohnenden Grases ans Ufer geschwemmt, ihre Lebensbedingungen fanden. Es ist also anzunehmen, daß diese Gräser zu den ersten Blütenpflanzen gehören, die Fuß fassen. Mit diesen erscheinen andere Kräuter wie *Portulaca, Sesuvium, Canavalia obtusifolia* und *Ipomaea biloba*, Pflanzen, die eine unbegrenzte Kolonisationsfähigkeit zu besitzen scheinen. Zugleich sind sie die für die Ansiedelung anderer strauch- und baumartiger Pflanzen notwendigen Bedingungen. Zu diesen zuerst auftretenden Sträuchern gehören vor allem *Surina maritima, Pemphis acidula, Scaevola Raenigii, Tournefortia argentea* . . . An sumpfigen Ufern setzen sich die verschiedenen Mangroven fest (*Rhizophora, Bruguiera, Avicennia, Vitex* etc.). Unter den ersten eigentlichen Bäumen sind *Heritiera littoralis, Hibiscus tiliaceus* und *Barringtonia speciosa* und vor allem *Pandanus*. Ist dieser Kern einer Flora einmal seßhaft, dann ist es für andere Ankömmlinge verhältnismäßig leicht, sich festzusetzen. Jede Zunahme aber vermehrt die Bedingungen für eine reichere Vegetation.« —

Die Flora der Bermudasinseln mag uns ein weiterer Beleg für die Bedeutung der Meeresströmungen und Vögel zur Ausbreitung der Pflanzen sein. 75 Ordnungen mit 219 Genera und 302 Spezies bilden die Flora der Bermudasinseln. Den größten Gattungs- und Artenreichtum zeigen die Compositae. 17 Genera und 29 Spezies gehören zu dieser Ordnung. Mit 16 G. und 24 Sp. schließen sich die Gramineae an, mit 15 G. und 20 Sp. die Leguminosae, mit 10 G. und 11 Sp. die Cruciferae und Rubiaceae etc. 44 Ordnungen sind nur je durch 1 Genus, 36 Ord. nur je durch eine Art repräsentiert. Weitaus der größte Teil der Arten wird als »eingeführt« bezeichnet. Die Ranunculaceae, Papaveraceae, Fumariaceae, Tamariscineae, Guttiferae, Sterculiaceae, Geraniaceae, Linaceae, Aurantiaceae, Meliaceae, Ilicineae, Crassulaceae, Passifloreae, Cucurbitaceae, Valerianaceae, Primulaceae, Apocyneae, Asclepiadeae, Loganiceae, Gentianeae, Solanaceae, Bigoniaceae, Labiatae, Plantaginaceae, Nyctagineae, Amarantaceae, Amaryllideae und Liliaceae sind nur durch eingeführte Arten vertreten.

Sie repräsentieren 46 Gattungen und 55 Arten. Familien, die keine eingeführten Spezies enthalten, sind die Hypericineae, Simarubeae, Celastrineae, Ampelideae, Anacardiaceae, Rhizophoreae, Cembretaceae, Ficoideae, Goodenovieae, Plumbagineae, Hydrophyllaceae, Borragineae, Piperaceae, Myriaceae, Ceratophylleae, Orchideae, Irideae, Commelinaceae, Juncaceae, Palmeae, Typhaceae, Lemnaceae, Naiadaceae, Cyperaceae und Coniferae, $^1/_3$ sämtlicher Familien. Im ganzen sind 182 Spezies sicher eingeführte Arten. 120 Spezies, fast 40 % der Flora sind einheimisch; 112 Arten, 93 % der endogenen Flora kommen auch im südöstlichen Teil Nordamerikas oder in Westindien vor. *Erigeron darellianus, Statice lefroyi, Sisyrinctium bermudiana, Sabal blackburniana, 2 Rhynchospora*-Spezies, *Carex bermudiana*, 6 % der ganzen einheimischen Flora sind endemisch.

Hemsley glaubt, daß diese einheimische Flora in 4 Gruppen zerfalle. 37,5 % derselben, vorwiegend Küstenbewohner, führt er auf Meeresströmungen zurück, wie denn auch eine Reihe von bermudischen Pflanzen, wir nennen *Hibiscus tiliaceus, Sapindus saponaria, Canavalia obtusifolia, Ipomaea pes caprae* etc. thatsächlich zu den Treibpflanzen gehört. Zu

einer zweiten Gruppe faßt er Sumpfpflanzen zusammen, deren kleine Samen durch Vögel nach den Inseln übertragen werden konnten, da sie am Schlamm anhafteten. 31 % der gesamten endogenen Flora rechnet er hierher. Es begegnen uns da z. B. *Hydrocotyle asiatica*, ein in den wärmern Teilen Asiens, Afrikas, Amerikas und Australiens weitverbreiteter Doldenträger, ein amerikanischer Wasserdost (*Eupatorium foeniculaceum*), die *Solidago sempervirens* von Florida und den Azoren, *Typha angustifolia*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Juncus tenuis*, *J. marginatus*, *Cyperus*, *Heleocharis*, *Scirpus*, *Rhynchospora* etc. etc. Etwa 10 % der Endogenen, Pflanzen, die mehr oder weniger fleischige Früchte besitzen, dürfte durch karpophage Vögel nach den Inseln vertragen worden sein. Der Rest, mit Ausnahme natürlich der endemischen Arten, wird als ein der Adventivflora zugehöriger Teil erklärt. »Es sind Pflanzen, die, wenn schon sie gewöhnlich als endogene Florenelemente aufgefaßt werden, doch sogar wahrscheinlich indirekt durch den Menschen eingeführt worden sind.« — In einer folgenden Mitteilung werden wir Gelegenheit haben, uns etwas einläßlicher mit dieser Adventivflora zu befassen.

Beweist die Flora der Bermudasinseln durch den hohen Prozentsatz der adventiven Florenelemente, welch wichtiger Faktor für die Pflanzengeographie der ausgedehnte menschliche Verkehr ist, so legt sie anderseits nicht minder beredtes Zeugnis dafür ab, daß Vögel und Meeresströmungen bei der Begründung der Flora eines Insellandes eine ganz hervorragende Rolle spielen.

Winterthur. Dr. Rob. Keller.

Litteratur und Kritik.

Der Raum. Studie zu einer kineto-monistischen Weltanschauung. Von Ludwig Schäffer. In Kommission bei K. Konegen. Wien 1884. 16 S. 8°.

»Es gibt nur einen Raum und zwar jenen realen Raum, der als kontinuierliche Feinstsubstanz das unendliche Weltall erfüllt.« »Das Molekül ist der Grundorganismus jedweder Molekularität (Körperwelt); man könnte es auch ‚Körperdynamide' oder ‚Ausdehnungsdynamide' nennen — zum Unterschiede von der Denkdynamide ‚Atom'«. »Gleich den Denkdynamiden (den Atomen samt Sphären) sind die Sphären (Thätigkeits-Monaden oder -Einheiten) der Körperdynamiden (der Moleküle) unteilbar und unsterblich; wenn ein Molekül sich in seine Atome auflöst, löst sich die Sphäre des Moleküls nicht auf; zerfließt nicht, sondern nimmt nur andere ‚Atome' in ihre nicht mehr zu zerstörende Substanzform auf, d. h. sie metamorphosiert sich denkindividual« u. s. w. In dieser unerhörten Weise phantasiert der Verf. 16 Seiten lang, ohne einen Augenblick zur Besinnung zu gelangen. Wir hoffen, daß diese sofort nach dem Niederschreiben zurückgekehrt ist und der Verf. durch seinen Ausflug in das unermeßliche Reich der Phantasmen eine bleibende Schädigung nicht erlitten hat. Albrecht Rau.

Die atmosphärische Elektrizität. Von Luigi Palmieri. Mit Zustimmung des Verfassers aus dem Italienischen übersetzt von Heinrich Discher, k. k. Telegraphen-Offizial. Mit 8 Abbildungen. Wien, Pest, Leipzig. A. Hartleben's Verlag. 1884. 51 S.

Wenn ein Gelehrter, wie der Vorstand des geophysikalischen Observatoriums auf dem Vesuv, seine langjährigen Erfahrungen über eine gewisse Erscheinungsgruppe mitteilt, so darf man von vornherein schon auf etwas gediegenes hoffen, und diese Erwartung ist denn auch durch das vorliegende Büchlein, für dessen Publizierung wir der Verlagshandlung, dem Autor und dem Übersetzer uns gleichmäßig zu Dank verpflichtet fühlen, nicht enttäuscht worden. Sehr ausführlich setzt uns der Verfasser die Gründe auseinander, welche ihn veranlaßten, die übliche Aufsaugung der Luftelektrizität durch einen Wasserstrahl gänzlich beiseite zu lassen und dieses Verfahren durch direkte Beobachtung an dem von ihm selbst — und zwar außerordentlich sinnreich — konstruierten Bifilarelektrometer zu ersetzen, welcher durch einen in vertikaler Richtung verschiebbaren Konduktor mit verhältnismäßig ziemlich hohen Luftschichten in Berührung gebracht werden kann. Die Zerstreuungsverluste, welche auch bei Anwendung dieser Methode natürlich nicht gänzlich zu vermeiden sind, lassen sich wenigstens mit ziemlicher Genauigkeit abschätzen. So ward denn festgestellt, daß der Gang der atmosphärischen Elektrizität sich durch eine zwei tägliche Maxima und Minima aufweisende Kurve darstellen läßt, daß die Stunden dieser extremen Werte mit der Höhe des Beobachtungsortes variieren, daß aber bei bewölktem Himmel die Periode der stets positiven Elektrizität sich weit mehr verwischt als bei heiter strahlender Sonne. Da, wo Regen fällt, wird innerhalb eines gewissen Bereichs lebhaft positive Elektrizität entwickelt, doch legt sich um diesen Bereich eine verschieden breite Zone von starker negativer Elektrizität herum, und darauf folgt wieder ein positiv elektrischer Raum. Funkenbildende Elektrizität wird nur dann in der erforderlichen Spannung sich ansammeln, wenn in einer Entfernung von allerhöchstens 70 km Regen-, Hagel- oder Schneefall zu konstatieren ist. Daß der vulkanische Eruptionsrauch von wirklichen Blitzen durchzuckt werde, setzt Palmieri außer Zweifel; ein solcher Akt vermag hier und da die Elektrizität so rasch und energisch zunehmen zu lassen, wie dies sonst nur bei einem Gewitter der Fall ist. Summarische Schlüsse über den Ursprung der Luftelektrizität werden schließlich dahin gezogen, daß dieselbe im allgemeinen der relativen Feuchtigkeit proportional zunimmt, stets aber dann ein stärkeres Potential gewinnt, wenn Nebel am Horizonte auftaucht. Nicht unmittelbarer Kontakt, sondern lediglich die Influenz auf die in freier Luft befindlichen Leiter ermöglicht die in Rede stehenden Manifestationen.

Ansbach. S. Günther.

Ausgegeben den 20. Mai 1886.

Vergängliches und Bleibendes im Darwinismus.

Von

B. Carneri.

Dem Darwinismus im engern und eigentlichen Sinn sind diese Seiten gewidmet. Daß er häufig mit der Deszendenztheorie verwechselt und als die konzisere Bezeichnung der Entwickelungs- oder Evolutionslehre betrachtet wird, hat einen zweifachen Grund. Zu dem »Daß«, welches Wolff 1759 ausgesprochen und Lamarck 1809 wissenschaftlich festgestellt hat, ist von Darwin 1859 das naturgemäße »Wie« beigebracht worden. Ein volles Jahrhundert vor Darwin hat demnach die Abstammungstheorie bestanden, und seit Lamarck bildete sie das Dogma aller ernsten Naturforscher. Die Thatsache war erkannt, aber es mangelte die Erklärung, und erst mit dem Erscheinen des großen Briten, dessen »Entstehung der Arten« die Erklärung der Abstammung enthält, wurde der wissenschaftliche Glaubenssatz seines dogmatischen Charakters entkleidet. Durch diese ihre Vollendung ist die Theorie zur Lehre geworden, und darin liegt der Eine Grund, aus welchem der Darwinismus als gleichbedeutend mit der ganzen Lehre genommen wird. Der andere Grund liegt in den Folgen, welche aus Darwin's Erklärung sich ergeben. Bis dahin waren die Gattungen, wenngleich schließlich nur wenig Hauptgattungen, feste, mehr oder weniger unwandelbare Typen geblieben, für welche selbst ganz besonnenen Forschern die Annahme eines besondern Schöpfungsaktes als unabweisbar erschien. Nach Darwin's Erklärung gibt es keine eigentliche Gattungen mehr und nur Arten, die ineinander übergehen. Dadurch wird nicht nur eine natürliche Schöpfung begreiflich und mit der Annahme eines Schöpfungsaktes auch die eines Schöpfers überhaupt entbehrlich: es wurde zugleich der Teleologie oder Zweckmäßigkeitslehre, die den Weg zu einem zwecksetzenden Urwesen immer offen hielt, der Todesstoß versetzt. Dies und die Mißdeutung, welcher der »Kampf ums Dasein«, auf den Darwin's Erklärung sich stützt, ausgesetzt ist, indem er unschwer dem Unkundigen als die Quelle einer auf der rohesten Gewalt beruhenden Lebensanschauung dargestellt wird, macht den Darwinismus zum Hauptangriffspunkt für alle jene, die der Deszendenzlehre mit Aus-

sicht auf Erfolg beikommen wollen. Daß insbesondere das größere Publikum zu einer vollständigen Verwechselung der beiden Begriffe bei einem Streit gelangte, dessen Leidenschaftlichkeit gar bald in richtigem Verhältnis stand zu seiner Ausdehnung, dürfte durch diese flüchtigen Andeutungen klargelegt sein.

Diese Andeutungen bedürfen aber auch nur einer kleinen Erweiterung, um das Thema, mit welchem wir uns hier beschäftigen wollen, von allem loszulösen, was eigentlich nicht dazu und — um es mit einem einzigen Wort zu kennzeichnen — zum Lamarckismus gehört. Dieser stützt seine Klassifikation auf die vergleichende Anatomie, Morphologie und Embryologie und findet in den Entdeckungen der Paläontologie, zumal aus der allerneuesten Zeit, wahrhaft überwältigende Beweise für die vom Begriff der Entwickelung geforderte Aufeinanderfolge der Arten. Von den bedeutendsten Forschern gepflegt, erhöhen diese Wissenschaften von Jahr zu Jahr den Reichtum an Thatsachen, welche Zeugnis geben für die Richtigkeit der Abstammungslehre. Bei dem enormen Anwachsen des Materials konnte es nicht ausbleiben, daß von Zeit zu Zeit eine Beobachtung überschätzt wurde und die daraus gezogenen Schlüsse verfrüht waren. Nicht selten mag der Feuereifer echter Begeisterung, ohne den aber die selbstaufopfernde Hingabe an eine mit allen, selbst den schlechtesten Mitteln bekämpfte Sache nicht denkbar ist, vornehmlich es verschuldet haben, daß hin und wieder Erwartungen wachgerufen worden sind, die später nicht sich bestätigten. Doch alle diese Fälle sprechen höchstens zu ungunsten neuer Versuche und Methoden: nicht ein einziger hat das Fundament erschüttert, auf welchem die Entwickelungslehre ruht. Gewiß wäre es wünschenswert, daß die genetische Reihenfolge der Organismen keinerlei Lücke aufwiese. Anstatt dessen läßt sich sogar von einem großen Mangel an Übergangsformen reden. Allein nicht nur ist die Erklärung dieses Mangels eine sehr natürliche: die Wissenschaft ist bereits im Besitz solcher Übergänge, von welchen Einer mehr wiegt, als eine geschlossene Reihe derselben zu wiegen vermöchte. Es sind dies die paläontologischen Funde, die den Verbindungen, welche sie herstellen, dadurch ein entscheidendes Gewicht verleihen, daß sie gleichzeitig mit der Aufeinanderfolge der Form auch die Aufeinanderfolge in der Zeit außer Zweifel setzen. Die Deszendenzlehre steht als Thatsache fester denn je. Darum bleibt jenen, welchen sie seit ihrem Bestande ein Dorn im Auge ist, keine Wahl: den Darwinismus, die Erklärung, das Wie gilt's zu erschüttern; denn gelingt es, die Deszendenzlehre wieder zum bloßen Dogma zu machen, dann — das wissen die Dogmatiker am besten — stellt sich mit dem Glauben dessen geschworener Feind, der Zweifel, von selbst wieder ein. In der Verblendung des Hasses vergessen sie, mit welcher Erbitterung seinerzeit die Abstammungstheorie bekämpft worden ist. Jetzt erscheint sie ihnen durchaus nicht mehr so bedenklich; vorausgesetzt nämlich, daß sie von der Neuerung befreit werden könnte, die sie ganz auf die eigenen Füße stellt. Und sie haben so Unrecht nicht. Solang das unglückselige »Wie« dieses verwegenen »Daß« nicht bekannt war, die fixen Gattungen wie Rätsel aus einer andern Welt die Forschung anstarrten: blieb ein Abgrund unüberbrückt, aus welchem jeden Moment ein veritabler Geist

emportauchen und der Wissenschaft den alten Dualismus wieder aufzwingen konnte.

Dem gegenüber kennzeichnet sich von selbst der Darwinismus als die Grundbedingung der einheitlichen Weltanschauung. Er erklärt die Entstehung der Arten durch einen auf allen Gebieten des Lebens ununterbrochen stattfindenden »Kampf ums Dasein«. Auf die schon angedeutete Möglichkeit, diesen Begriff falsch aufzufassen oder zu deuten, kommen wir noch zurück. Darwin versteht diesen Kampf in seinen Folgen als eine natürliche Züchtung, indem aus dem Untergang der den Lebensbedingungen nicht Gewachsenen und dem Überleben der Tüchtigern eine Auslese, Selektion, sich ergibt, welche den Siegern eine vervollkommnungsfähige Fortdauer und Fortpflanzung sichert. Diese Selektion kann jedermann am Bilde der künstlichen Züchtung sich begreiflich machen. Was hier mit Absicht der Züchter thut, das thut dort ohne alle Absicht die Not. Jedoch diese natürliche Züchtung würde nur zu einer Verbesserung, nicht aber auch zu einer wesentlichen Abänderung und damit zur Entstehung neuer Arten führen, käme nicht zur Variabilität der Individuen, welche so augenscheinlich stattfindet, daß jeder sie zugeben muß, die Anpassung . . . . . des Individuums an die seinen Selbsterhaltungstrieb auf die Probe setzenden gegebenen Verhältnisse. Über die Vererbung der durch Anpassung erworbenen Abänderungen ist Streit und zwar unter den Darwinianern selbst. Die Gegner der ganzen Lehre bekämpfen selbstverständlich alles, was nur irgendwie sich bekämpfen läßt; allein an Zahl und Gewicht sind sie derart in der Abnahme begriffen, daß kein Blick nach dieser Seite uns mit Unruhe erfüllt. Dagegen ist jeder Streit beachtenswert, der in den Reihen jener statthat, welche nach wie vor an der Deszendenzlehre festhalten. Die Anpassung als Ursache des Variierens, und zwar mit der Wirkung, daß die durch sie erworbenen Eigenschaften des Individuums auf seine Nachkommen sich vererben, war bekanntlich das Hauptprinzip, auf das Lamarck die Umgestaltung der Organismen stützte. Es kann nicht in Abrede gestellt werden, daß die wahrnehmbaren Beweise, welche für die Erwerbung vererblicher Abänderungen sprechen, für sich allein nicht so zwingender Natur sind, um der Abstammungstheorie endgültig zum Sieg zu verhelfen. In diesem Bezuge genügt die Erinnerung, daß Lamarck's Theorie vollständig erst durchgedrungen ist, als Darwin das Variieren und die Anpassung mit der Selektion in Verbindung brachte und in der Wechselwirkung dieser drei Faktoren die Bedeutung des »Kampfes ums Dasein« aufdeckte. Auf die seither jedem Unbefangenen geläufig gewordene Selektion gestützt, hat die Vererbung angepaßter Eigenschaften ein anderes Antlitz gewonnen. Handelt sich's um Abänderungen, die im »Kampf ums Dasein« durch eine Lebensweise erworben sind, welcher das Individuum derart sich anpaßt, daß allmählich sein Organismus danach sich umgestaltet, so haben wir es da nur mit Vorgängen zu thun, die durch natürliche Ursachen bewirkt werden. Daß man sich solche Vorgänge nicht plötzlich an Einem Individuum sich vollziehend, sondern in einer langen Reihe von Generationen sich verwirklichend vorstellt, geschieht auch nur, um

den Weg der natürlichen Entwickelung nicht zu verlassen. Sobald aber dabei von Generationen die Rede ist, wird die Vererbung des Erworbenen bereits vorausgesetzt.

Einen sehr willkommenen Anlaß, auf diese wichtige Streitfrage näher einzugehen, bieten uns Hugo Spitzer's »Beiträge zur Deszendenztheorie und zur Methodologie der Naturwissenschaft«[1]. Wir haben es da, wie man gleich aus dem Umfang ersieht, mit einem großartigen Werk zu thun, das zwar im Vorwort sich selbst in erster Linie nur als eine Polemik gegen Wigand, den durch seine Gelehrsamkeit wie durch seine Leidenschaftlichkeit hervorragendsten Gegner des Darwinismus gibt, dabei aber doch, dem methodischen Gang nach, als eine neue Begründung der Deszendenzlehre sich herausstellt. Hugo Spitzer zeichnet sich nicht nur durch eine seltene Belesenheit, sondern durch ebenso gediegene als ausgebreitete Kenntnisse aus, so daß neben seinen Auseinandersetzungen mit Wigand, welche in allen Abschnitten dieser Schrift einen großen Raum einnehmen, dem Leser sehr viel des Wichtigen und Interessanten geboten wird. Selbstverständlich wird dem geehrten Autor jeder aufrichtige Darwinianer Dank wissen für die Abfertigung Wigand's, die in manchen Partien nicht nur eine glänzende, sondern der Art ist, daß sie dem streitbaren Botaniker ernstlich zu denken geben wird. Allein auch jeder, der eine Neigung hat, in den neuesten Standpunkt der Wissenschaft einen tiefern Blick zu thun und über die brennenden Streitfragen, unter welchen der Kampf zwischen Haeckel einerseits, Goette und His anderseits eine große Rolle spielt, sich zu unterrichten, wird mit Befriedigung dieses Buch aus der Hand legen. Ob nicht manche an Haeckel gestellte Zumutung zu weit geht, ist eine Frage, die dieser zuvörderst selbst zu beantworten hat. Wir werden nur gegen die Weise uns wenden, in welcher Spitzer bei der Frage der erblichen Anpassung die Resultate seiner Untersuchung zusammenfaßt, und konstatieren hier vor allem, daß durchschnittlich seine Darstellung durch Vermeidung aller nicht unerläßlichen technischen Ausdrücke eine leichtfaßliche ist. Nur dürfte hin und wieder der Periodenbau ein etwas weitwändiger sein, was trotz der tadellosen grammatikalischen Korrektheit das Verständnis etwas erschwert. Dann halten wir die Art für keine sehr glückliche, in der oft, bevor die richtige Ansicht ausgesprochen wird, andere mögliche Auffassungen vorausgeschickt und mit einer Behaglichkeit entwickelt werden, daß man, wenn auch nur vorübergehend, meint, der geehrte Verfasser selbst sei ihr Vertreter. Wir begreifen die Absicht, das Terrain vorzubereiten; aber die Durchführung ist manchmal eine solche, die verwirrt. Über die Vorteile seiner neuen Begründung der transformistischen Deszendenztheorie, die er, S. 388, brillant rekapituliert; über seine dadurch bedingte Anordnung des Stoffes und über viele rein fachliche Details, zu welchen unsere naturwissenschaftlichen Kenntnisse nicht hinanreichen, gestatten wir uns kein Urteil. Dagegen nehmen wir keinen Anstand, es als unsere Überzeugung auszusprechen, daß der Wunsch des philosophisch hochgebildeten Verfassers, man möge seine Schrift nach

[1] Leipzig, F. A. Brockhaus 1886, XIV, 538 S. 8°.

ihrer Haltung als das Werk eines Philosophen anerkennen, in Erfüllung gehen wird. Schließlich können wir nicht verschweigen, daß auf uns das ganze Werk auch den Eindruck macht, als hätte der geehrte Verfasser, der übrigens im Vorwort ausdrücklich eine umfassende Fortsetzung in Aussicht stellt, sein letztes Wort noch nicht gesprochen, aber in Bereitschaft. Das hindert uns nicht, mit unumwundener Freude die Offenheit zu konstatieren, mit welcher er für den Darwinismus eintritt, wenn er sagt: »Die Naturwissenschaft ist nicht mehr vor die Alternative gestellt, entweder ein faktisches Verhältnis, welches ihr in tausend Erscheinungen auf so deutliche, sonnenklare Weise entgegentritt, zu ignorieren und hartnäckig vor demselben die Augen zu schließen oder andernfalls der Superstition, die, einmal in die Weltansicht hereingebrochen, keine Schranke mehr duldet und sich keinen Damm setzen läßt, Thür und Thor zu öffnen. Dem traurigen Zwiespalte zwischen Verleugnung der Thatsachen und Preisgebung der Prinzipien hat sie Darwin für allezeit enthoben[1].« Es sind dies wahrhaft goldene Worte.

Und nun wollen wir uns dem Streite zuwenden: ob auch erworbene oder allein angeborne Eigenschaften auf die Nachkommen vererbt werden können? Hugo Spitzer nimmt Stellung zu diesem Streite, und zwar nach einer Richtung, die in uns ernste Bedenken hervorruft. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Einfachheit der Weise, in welcher August Weismann die Schwierigkeit zu überwinden sucht, eine sehr bestechende ist. In seinem Vortrag »Über die Vererbung«[2] spricht er zwar nicht mit der vollen Sicherheit, die aus seinen Zeilen Hugo Spitzer herausliest: er führt vielmehr einen Fall an, betreffend eine klimatische Schmetterlingsvarietät, den er selbst genau untersucht hat und nur »durch Vererbung passiv, d. h. durch direkte Wirkung des Klimas erworbener Abänderung«[3] erklären kann. Dazu kommen die von Spitzer selbst als schwerwiegend bezeichneten Beobachtungen Brown-Séquard's. Allein Weismann gibt sich der Hoffnung hin, durch weitere Untersuchungen die ganze Vererbung erworbener Eigenschaften beseitigen zu können. Gewiß wird dadurch am kürzesten die vielleicht nie in vollkommen befriedigendem Sinn ausfallende Erklärung: wieso die durch Erwerbung dem Individuum eigen gewordenen Abänderungen auf dessen Fortpflanzungskeime derart übergehen, daß sie bei dessen Nachkommen wieder zum Vorschein kommen? — total aus der Welt geschafft. Aber um welchen Preis? Die Abänderungen selbst kann Weismann nicht in Abrede stellen, und zu ihrer Erklärung muß er zu einer Auffassung des Keimes greifen, welche die Abänderungen von diesem allein ausgehen läßt. Auch das ist höchst einfach, zumal wenn den Keimzellen einerseits Unsterblichkeit, anderseits ein besonderes Vermögen, eine potentia zugeschrieben wird (S. 7 u. 15), was Spitzer bestimmt, »die Keimzelle das eigentliche schöpferische Gebilde« zu nennen und von »Prädestination« zu reden[4]. Würde uns aber nicht eine solche Hypothese in die Zeit der

[1] a. a. O. S. 428.
[2] Jena, G. Fischer 1883.
[3] a. a. O. S. 50.
[4] a. a. O. S. 522 u. 523.

abgethanen und von Spitzer mit Recht empfindlichst gegeißelten alten Naturphilosophie zurückversetzen? Freilich stellt Weismann, wie Spitzer bemerkt, die Sache auf den Kopf; aber steht nicht zu besorgen, daß bei dieser Methode die Teleologie, welche der Darwinismus auf den Kopf gestellt hat, wieder in die frühere Stellung zurückversetzt werden könnte? Das ist ein Punkt, den die Wissenschaft nicht zu eifersüchtig bewachen kann. Alles was unter welcher Form immer auf ein organisierendes Agens hinausläuft, befindet sich auf dem Wege, welcher zu der von Darwin überwundenen Weltanschauung zurückführt. Wenn Weismann, obwohl er an anderer Stelle die Intelligenz vollständig vom Instinkt trennt, dennoch von der Eiablage zahlreicher Insekten sagt: »und doch wissen sie genau, ob die Eier nur einfach ins Wasser fallen zu lassen oder mühsam (!) an die Unterseite von Steinen auf dem Grunde zu kleben sind u. s. w.« (S. 40), so werden wir immer — wie bei Haeckel's Bildern aus dem Ameisenleben — ausrufen: sie wissen gar nichts, und können schon darum nichts wissen, weil sie nicht irren und, wenn sie irren, nur irren infolge eines unübersteiglichen äußeren Hindernisses.

Übrigens ist Weismann's Annahme nicht ebenso faßlich als einfach. Handelt sich's um die Möglichkeit des Vorstellens, so gestehen wir frei, daß wir uns die Prädestination eines unsterblichen schöpferischen Keimes viel schwerer vorstellen können, als daß die Keime fort und fort aus dem ganzen Individuum sich erzeugen. Allerdings setzt die letztere Annahme eine unser Wahrnehmen sehr weit übersteigende Teilbarkeit des Stoffes voraus; allein davon haben wir viele Beispiele, die keinen ernsten Naturforscher bestimmen würden, anderwärts die Erklärung zu suchen. Indem wir bei der Teilbarkeit des Stoffes bleiben, schreiten wir einfach vorwärts auf dem Weg der modernen Wissenschaft; während wir, um zu jener Annahme zu greifen, einen Weg betreten müßten, den die moderne Wissenschaft gewiß nicht zu ihrem Schaden verlassen hat. Auf dem in der neuern Zeit betretenen Wege hat die exakte Forschung Entdeckungen gemacht, die, wie entfernt sie auch noch sein mögen von der vollständigen Lösung des Zeugungsproblems, entschieden ermutigender Natur sind. In seiner letzten Schrift »Kontinuität des Keimplasmas«[1] gibt Weismann selbst zu: das Keimplasma könne in allen Zellen enthalten sein. Warum sollte es da nicht in verschiedener Komplikation von allen Zellen abgegeben werden können? Erzeugt das ganze Individuum die Keime, so haben wir unter Einem die Erhaltung der Art und die Möglichkeit, Erworbenes zu vererben, die Art selbst abzuändern. Daß wir da die Art nicht als Abstraktion, sondern als eine von bestimmten Individuen gebildete Gesamtheit denken, brauchen wir wohl nicht ausdrücklich zu erklären. Bleiben wir bei Haeckel's Wort: daß die Fortpflanzung ein Wachstum sei über das individuelle Maß hinaus, so können wir doch nur annehmen, daß das Individuum fortwachse, wie es eben ist, und nicht, wie es einmal war. Ein noch so kräftig gebornes, aber durch und

[1] Jena, 1885.

durch vernachlässigtes Kind wird elend fortwachsen; und umgekehrt. Vererben sich erworbene Gesundheit und Krankheit, warum sollten nicht auch andere erworbene Abänderungen sich vererben können? Der Beweis durch das Experiment kann hier sowenig als der experimentelle Beweis der Urzeugung vollständig gelingen, weil man dabei unzählige Zwischenstufen überspringen will. Eine zufällige, äußerliche, nebensächliche Abänderung ist sicherlich nicht zu verwechseln mit einer wesentlichen, das ganze Individuum ergreifenden. Daß man durch fortgesetztes Ausraufen der Barthaare zu einer bartlosen Nachkommenschaft gelange, wird jeder für sehr unwahrscheinlich halten. Daß dagegen Pferde, die durch eine eigentümlich schwere Arbeit tiefgehend affiziert werden, die Folgen davon auf ihre Kinder vererben, und daß diese Folgen bei den Kindern mit der Zeit als ein eigentümlicher, jener schweren Arbeit angepaßter Knochenbau zum Ausdruck kommen können, wird jeder natürlich finden. Gerade so verhält sich's mit Organen, die dem Leben im Wasser angepaßt waren und allmählich dem Leben auf dem festen Lande sich anpassen mußten; und nicht anders verhält sich's mit Organen, welche aus Mangel an Benutzung eingehen und nur mehr rudimentär zur Erscheinung kommen. Eine durch die Not des Lebens herbeigeführte Anpassung ist etwas ganz anderes als eine willkürlich zugefügte Abänderung. Das Verhältnis von Keim-Plasma und Körper-Plasma, wie es sich Weismann in der Keim-Zelle vorstellt und wodurch, wie Spitzer sehr glücklich sich ausdrückt, der übrige Organismus gewissermaßen als ein Appendix des Keims erscheint, mag in mancher Beziehung im Vorteil sein gegenüber der Hypothese der Pangenesis. Allein Darwin wollte durch die Pangenesis die Vererbung der Anpassungen und anderer Erscheinungen, die er nicht wegzuleugnen vermochte, begreiflich machen. Eine solche Erscheinung haben wir selbst erlebt und werden sie sogleich mitteilen. Ist es einem ernstlich um die Erklärung zu thun, so bringt man es nicht über sich, ihrer bloßen Kompliziertheit wegen eine brauchbare Hypothese en bagatelle zu behandeln. Es wäre dies eine von der Besonnenheit, welche Spitzer so oft und mit Recht von der Behandlung solcher Fragen fordert, sehr entfernte Übereiltheit.

Als ich noch Landwirt war, that ich mein Mögliches, um in meinem sehr bescheidenen Stalle nur Rinder reiner Mürzthaler Rasse zu züchten. Eine Kuhkalbin, die ich von sehr verläßlicher Seite aus Obersteiermark bezogen hatte, begehrte ungewöhnlich frühzeitig nach dem Stier, und da von den zwei Stieren, die ich im Stall hatte, der eine noch zu jung, der andere so schwer war, daß zu befürchten stand, er könne das allzuzarte Tier schädigen, so sendete ich die Kalbin, als deren Begehren wiederholt sich einstellte, ins Gebirge zu einem Landwirt, dessen Stier ein leichter Pinzgauer war. Daß dies Folgen haben könne auch für ein anderes Mal, wäre mir nicht im Traum eingefallen. Die Frucht dieser Verbindung war ein Kalb, das vorherrschend die Merkmale der Pinzgauer Rasse — braun und weiß — aber auch auffallende Spuren des schwarzgrauen Mürzthaler Kreuzes an sich trug. Als die junge Kuh abermals Mutter zu werden verlangte, wurde ihr mein großer Mürzthaler zum Gemahl gegeben. Und das zweite Kind? Das zweite Kind war wieder ein

Bastard: vorherrschend grau, aber mit großen braunen Pinzgauer Flecken. Mir blieb nichts übrig als, wenn auch noch so widerwillig, anzunehmen, wie verläßlich die Quelle auch sein mochte, aus welcher ich zeitweise Zuchttiere bezog — von ehrlichen Leuten im Zentrum des Mürzthales — und bei aller Sorgfalt, die in meinem Stalle auf die Reinerhaltung der Rasse gewendet wurde, müsse doch in den Stammbaum des Vaters oder der Mutter ein Tropfen Pinzgauerblutes sich eingeschmuggelt haben. Daß ich später weder von jenem Stier noch von jener Kuh ein Kalb erhielt, das nur im entferntesten an die Pinzgauer Rasse gemahnt hätte, konnte meinen Verdacht nicht beschwichtigen, denn er war mir die einzige Erklärung des Geschehenen. Da wurde ich mit Darwin's Hypothese der Pangenesis bekannt, und wie kompliziert sie auch sein mag: gegenüber allem, was für die reine Abkunft des Stieres wie der Kuh sprach, erschien es mir als die einfachste Erklärung des selbsterlebten Faktums, daß bei der zweiten Zeugung Keime aus der ersten Befruchtung mitgewirkt hatten. Nie wieder hätte ich in einem ähnlichen Falle zu einem Stier anderer Rasse meine Zuflucht genommen; denn die Erklärung enthielt zugleich eine gute Lehre. Daß die Hypothese der Pangenesis die Vererbung auch erworbener Eigenschaften erkläre, ist unbestreitbar, und wir können nicht zugeben, daß sie geheime, anordnende Kräfte voraussetze. Sie nimmt nur an, daß von allen Teilen des Körpers Keimteilchen abgegeben werden, die im Fortpflanzungsherd auf ganz natürliche Weise sich ordnen, nämlich nach Maßgabe der Örtlichkeit, aus der sie stammen. Gewiß hat Darwin diese Hypothese nur als eine provisorische hingestellt; aber wir können nicht glauben, daß er sie gegen die vertauscht hätte, durch welche Weismann sie ersetzen will. Allerdings vereinfacht Weismann die Sache ganz außerordentlich, indem er vorschlägt: leugnen wir die Vererbung erworbener Abänderungen und nehmen wir nur an, daß alle Abänderungen aus primären Keimesabänderungen hervorgehen. Könnten wir das Leben leugnen, so kämen wir sehr glücklich über ein noch größeres Problem hinaus. Damit wollen wir nicht gesagt haben, daß die Thatsache des Lebens nicht fester stehe als die Thatsache der Vererbung erworbener Abänderungen; aber so fest steht die letztere doch, daß sie nicht rundweg geleugnet werden kann. Zudem ist diese Thatsache von hohem Wert für die Entwickelungslehre. Wäre es wissenschaftlich, derartiges der Schwierigkeit des Begreifens wegen in Abrede zu stellen, dann würde nicht Darwin auf Lamarck gefolgt und der Lamarckismus längst beseitigt sein. Wohin dies führen würde, zeigt uns am besten Weismann selbst. Er wittert in der Hypothese Darwin's geheimnisvolle Kräfte und bemerkt nicht, wie tief seine Annahme in dieses Gebiet uns versenken würde. Abänderungen, welche in der Keimzelle unabhängig vom Körper sich entwickeln könnten, würden die absonderlichsten Gebilde zu Tag fördern, wenn nicht ein Ordner höherer Ordnung, so recht eine Kraft in dem Sinne, den die moderne Wissenschaft glücklich überwunden hat, den ganzen Vorgang leitete. Auch die Prädestination gibt es nur, wenn es Einen gibt, welcher prädestiniert.

Darum kamen wir aus der Verwunderung gar nicht heraus, als wir lasen, daß Spitzer gleich im Beginn dieser Darstellung sagt: »Es ist möglich, daß Weismann's klassische Schrift über die Vererbung einen Wendepunkt in der Geschichte der Deszendenztheorie durch gänzliche Fortschaffung des echten Lamarckismus bezeichnet und daß demnach eine mächtige Revolution unserer allgemeinen biologischen Anschauungen von ihr ausgehen wird[1].« Er spricht da von nichts Geringerem als von einer »gänzlichen Fortschaffung des echten Lamarckismus«, und gelangt in einem einzigen Satz von einem hypothetischen »es ist möglich« zu einem kategorischen »ausgehen wird«. Im weitern Verlauf der Untersuchung weiß er das pro und contra mit ebensoviel Unbefangenheit als Scharfsinn abzuwägen, kommt aber endlich zu dem höchst merkwürdigen Schluß, den wir hier vollinhaltlich folgen lassen: »Damit soll indes die Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften keineswegs beantwortet, sondern sollen lediglich gewisse methodische Normen bezeichnet werden, die bei einer Beantwortung dieser Frage maßgebend sein müssen. In welchem Sinne schließlich die Entscheidung ausfallen wird, ist jetzt noch nicht zu bestimmen; mit dem Gedanken aber wird man sich allerdings schon rechtzeitig vertraut machen müssen, daß alle Schlüsse, die man auf die Vererbung zufälliger, äußerlicher Umgestaltungen des fertigen Organismus aufgebaut hat, einmal gänzlich über den Haufen fallen, indem sich diese Idee positiv als ein Trug und Irrtum herausstellt, und man wird daher gut thun, je früher, um so besser, die Deszendenztheorie von dem Lamarck-Haeckel'schen Adaptionsprinzip vollständig loszumachen, wozu man sich um so leichter bereit finden kann, als dieses durch Darwin's und Roux' Entdeckungen ohnedies für die Formenerklärung überflüssig geworden. Die progressive Vererbung im weitern Sinne bleibt ja, wie gesagt, auch dann noch aufrecht, wenn die Heredität der erworbenen Merkmale als falsch und unhaltbar erwiesen ist[2].« Die mit gesperrter Schrift gedruckten Stellen haben der leichtern Übersicht wegen wir unterstrichen, und fragen vor allem: Wie kann man, wenn es sich nur um methodische Normen handelt, die bei der Beantwortung der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften maßgebend sind, und solang noch nicht zu bestimmen ist, in welchem Sinn schließlich die Entscheidung ausfallen wird, schon sagen, daß alle Schlüsse, die man auf die Idee der Vererbung zufälliger, äußerlicher Umgestaltungen aufgebaut hat, über den Haufen fallen werden, weil jene Idee als ein Trug und Irrtum sich herausstellt? Damit wird in einem Atem eine Sache als noch nicht spruchreif hingestellt und endgültig über sie abgesprochen. Es müßte denn ein kleiner Lapsus gegen den Identitätssatz, welcher vorschreibt, die Begriffe nicht in wechselnder Fassung zu gebrauchen, zugestanden werden, wonach oben von der gesamten Vererbung erworbener Eigenschaften, unten nur von äußerlichen, zu-

[1] a. a. O. S. 522.
[2] a. a. O. S. 531 u. 532.

fälligen Umgestaltungen die Rede wäre. Wir selbst machen diesen wesentlichen Unterschied und setzen fast alle im Wege des Experiments vollzogenen Abänderungen auf Rechnung des bloß Zufälligen und Äußerlichen, weil wir überhaupt nur bei großartigen oder lange Zeit andauernden, das ganze Individuum tief affizierenden äußern Einflüssen an Erwerbungen — nimmt man mir einen Arm ab, so habe ich mir nicht einen amputierten Arm erworben — denken können, welche auf die Nachkommen sich vererben; und unser geehrter Autor hat selbst, und zwar an Mill's Logik sich lehnend, einen solchen Unterschied gemacht[1]. Allein am Schluß der angeführten Stelle ist kurzweg von erworbenen Merkmalen die Rede; die logische Forderung des Identitätssatzes ist nicht außer acht gelassen; obwohl die Hauptfrage noch unentschieden ist, wird uns dringendst empfohlen, die Deszendenztheorie von dem Lamarck-Haeckel'schen Adaptionsprinzip vollständig loszumachen. Dieser Entschluß soll uns endlich leicht gemacht werden durch die Versicherung, daß dieses Prinzip der Anpassung, durch welche für den Darwinismus die Abänderung der Individuen und mit ihnen der Arten zu stande kommt, durch Darwin's und Roux' Entdeckungen — fürwahr eine sehr dehnbare Bezeichnung — für die Formenerklärung überflüssig geworden ist und die progressive Vererbung im weitern Sinn aufrecht bleibt! Beziehen sich diese Entdeckungen auf den sogenannten Kampf ums Dasein der Zellen im Organismus, so könnten wir in dieser Hypothese auch eine Erklärung der Anpassung finden, vorausgesetzt, daß dieser Kampf durch die äußern Verhältnisse des Individuums bewirkt würde; denn wird er durch irgend ein inneres schöpferisches Prinzip in Gang gesetzt, so übersteigt die Sache unsere Fassungskraft. Und was die progressive Vererbung anbelangt, so ist dieser Ausdruck am allerwenigsten geeignet, in diese Gründe eine Klarheit zu bringen, die uns bestimmen könnte, die angepaßte oder erworbene Vererbung über Bord zu werfen. Im Haeckel'schen Sinn kann dieser Ausdruck nicht genommen sein, denn in seiner »Generellen Morphologie der Organismen«[2] werden die Gesetze der Vererbung in zwei Hauptarten geteilt, und die zweite Hauptart, welche mit dem Gesetz der angepaßten oder erworbenen Vererbung beginnt, ist »Gesetze der progressiven Vererbung« überschrieben. Es kann doch unmöglich das aufrecht bleiben, womit vollständig aufgeräumt werden soll. Wird aber der Ausdruck progressive Vererbung in dem Sinn genommen, in welchem nach Weismann's Ansicht ohne Anpassung neuer Eigenschaften, einzig durch die Auslese der vorzüglichern und immer vorzüglichern Individuen ein Progressus in der Vererbung der angebornen Eigenschaften erzielt würde; so können wir, wie wir schon bemerkt, nur die Möglichkeit einer Verbesserung, nicht aber einer Abänderung der Arten, folglich darin auch keine Erklärung der Entstehung der Arten erblicken. Kurz: wir fühlen uns in der treuen Anhänglichkeit, mit der wir bislang an der Lamarck-Darwin-Haeckel'schen Deszendenzlehre festgehalten

[1] a. a. O. S. 530.
[2] Berlin 1866, II. Band, S. 186.

haben, gar nicht erschüttert und sind der Ansicht, daß die Forschung übel fahren würde, wollte sie die Übung einreißen lassen, Gesetze aufzugeben, welche selbst von jenen, die ihre Beseitigung wünschen, als gänzlich unerwiesen noch nicht erkannt sind[1].

Damit sagen wir nicht, daß nicht manche Annahme Lamarck's, Darwin's und Haeckel's unhaltbar geworden sei. Es wäre das Gegenteil eine übermenschliche Forderung. Wir sagen nur, daß diese Lehre in allen ihren wesentlichen Teilen aufrecht steht und fest begründet ist, so daß in Zukunft der wissenschaftliche Fortschritt — mag er gleich zu einer Höhe steigen, die wir heute nicht entfernt ahnen können — nur in einer Klärung und Vervollständigung ihrer Details, nicht in einer Beseitigung ihrer Grundsätze bestehen kann. Das Vergängliche werden immer nur Hüllen sein. Das Wesen dieser Grundsätze bleibt, weil jede Erklärung, die in letzter Linie auf ein inneres Agens zurückführt, für die Wissenschaft keine Erklärung mehr ist. Das Wesen dieser Grundsätze ist der Übergang von der Teleologie zur Dysteleologie; und damit befinden wir uns wieder beim eigentlichen Darwinismus und mit Hugo Spitzer wieder auf einem Boden. Gerne geben wir ihm zu, daß nur eine kindische Ängstlichkeit uns untersagen könnte, fürderhin von zweckmäßigen Einrichtungen bei den Naturwesen zu reden: nicht nur ist es richtig, vom Standpunkte der gegebenen Existenzbedingungen aus, an die einzelnen Organe eines bestimmten Wesens den Maßstab der Zweckmäßigkeit zu legen, weil seine Organe in Gemäßheit seiner Existenzbedingungen sich entwickelt haben; es ist auch, und zwar aus demselben Grunde, dieser Standpunkt der geeignete, um den Charakter eines bestimmten Wesens, die Bedeutung und Entstehungsursache seiner Organe kennen zu lernen. Wollen wir Wasser aus der Tiefe holen, so müssen wir damit beginnen, daß wir in die Tiefe steigen und den verkehrten Weg gehen von dem, welchen wir später mit dem Wasser nehmen werden. Wir dürfen aber bei derartigen Unternehmungen den wahren Sachverhalt

[1] Als wir diese Zeilen niederschrieben, kannten wir noch nicht die seither im Aprilheft des „Kosmos" (Jahrgang 1886, I. Band, 4. Heft) erschienene Abhandlung Herbert Spencer's „Die Faktoren der organischen Entwickelung". Da Hugo Spitzer mit Vorliebe auf diesen großen Gelehrten sich beruft, so können wir es uns nicht versagen, eine Stelle anzuführen, welche mit einer Bestimmtheit, die nichts zu wünschen läßt, für die Vererbung erworbener Abänderungen sich ausspricht. In der genannten Abhandlung heißt es S. 271: „Mir wenigstens drängt die Gesamtheit der Thatsachen die Ansicht auf, der ich mich kaum zu entziehen vermöchte, daß die Vererbung von funktionell erzeugten Abänderungen ganz allgemein erfolgt." — „Funktionell erzeugt" kann doch nichts anderes bedeuten, als: im „Kampf ums Dasein" erworben. Im zweiten und Schlußartikel zeigt uns Spencer's lichtvolle Darstellung am Beispiel der Einstülpung, Invagination, einer aus Zellen gebildeten Hohlkugel, wie aus sehr einfachen Wesen — wer dächte da nicht an Haeckel's Zellenrepublik? — die höchstorganisierten Wesen sich entwickeln können. Nicht, weil die natürliche Zuchtwahl mit der daraus sich ergebenden Vererbung keinen wichtigen Faktor dabei bildet, sondern weil das nötige Zuchtmaterial erst hergestellt werden mußte und auch nur durch die Einwirkung der äußern Verhältnisse hergestellt worden sein kann, gelangt er schließlich zu dem Ausspruch: „daß es noch viel zu früh wäre, die Untersuchungen über die Ursachen der organischen Entwickelung abzuschließen." („Kosmos", Band XVIII, S. 347.)

nicht aus den Augen verlieren und von der »Zweckmäßigkeit« nicht mehr reden, als unumgänglich nötig ist, weil wir uns sonst, wie bei einem sorglosen Gebrauch des Ausdrucks »unbewußt«, unabsichtlichen und absichtlichen Mißverständnissen aussetzen. Weit bedenklicher ist übrigens der Ausdruck »Bauplan«, den wir zu heuristischen Zwecken nicht benötigen und vom Begriff des »Bauherrn« gar nicht trennen können. Sind wir von der Richtigheit der dysteleologischen Weltauffassung überzeugt, nach welcher alles natürliche Entstehen zweck- und ziellos vor sich geht, dann wissen wir auch, wie falsch alle Folgerungen sind, die vom verkehrten Standpunkt abgeleitet werden, und haben alles zu vermeiden, was andere auf falscher Fährte erhalten kann. Wie treffend bringt August Comte die Dysteleologie zum Ausdruck, wenn er von der Astronomie im Vergleich zu den andern Wissenschaften sagt: »Keine hat der Lehre von den letzten Zwecken so schwere Schläge beigebracht wie diese. Die bloße Kenntnis von der Bewegung der Erde hat jene Meinung zerstört, das Weltall sei der Erde und folglich dem Menschen untergeordnet. Die Ermittelung unseres Sonnensystems hat alle blinde und maßlose Bewunderung verschwinden lassen; denn die Wissenschaft vermag zu zeigen, daß sich eine bessere Anordnung denken läßt. Wenn die Astronomen in solche Bewunderung verfallen, so denken sie an die Organisation der Tiere, welche sie nicht kennen, während die Biologen, welche die ganze Unvollkommenheit derselben kennen, wieder über die Ordnung der Gestirne staunen, von denen die tiefere Kenntnis ihnen fehlt. Seit Newton hat alle theologische Philosophie ihre herrschende Rolle eingebüßt, indem man erkannt hat, daß selbst die regelmäßigste Ordnung in dem ganzen Weltall durch die gegenseitige Schwere in seinen einzelnen Teilen herbeigeführt und erhalten wird.« — »Der angebliche letzte Zweck läuft also darauf hinaus, daß es in unserem Sonnensystem keine andere bewohnte Gestirne gibt als die, welche bewohnbar sind. Man geht auf das Prinzip der Bedingungen des Bestehenden zurück[1].« Alle Teleologie hat in der Theologie ihren Ursprung, daher überhaupt einen klaren Sinn nur, wenn sie theologisch aufgefaßt wird. Der eigentliche Zweck setzt einen Zwecksetzenden voraus. Je weiter die Wissenschaft vorgedrungen ist, desto entschiedener hat sie diesen Weg verlassen; aber erst durch die Grundlage, welche Darwin der Anpassung, den erblich erworbenen Eigenschaften gegeben hat, ist es dem Menschen ganz klar, daß nicht die Erde für ihn erschaffen wurde und vielmehr er nur derart sich entwickeln konnte, wie die Lebensbedingungen dieser Erde es erheischten. Betrachtet er sich als entstanden aus dem unscheinbarsten Lebewesen, so findet er seine Erscheinung bewunderungswürdig; als beabsichtigte Ausführung eines vorbedachten Bauplanes betrachtet, würde er dem praktischen Verstande des Bauherrn wenig Ehre machen. Wir bitten, uns zu entschuldigen, daß wir hier einen Satz wiederholen, den wir schon zweimal gebraucht haben; wir finden keinen treffendern als den folgenden. Das Merkwürdige bei der Zweckmäßigkeit in der

[1] Ausgabe Comte-Rig, Heidelberg 1883 u. 1884, Bd. I. S. 166 u. 167.

Natur liegt darin, daß nicht die Mittel nach den Zwecken, sondern die Zwecke sich nach den Mitteln richten. Wenn man daher einen natürlichen Organismus vom Standpunkt der Zweckmäßigkeit seiner Organe studiert, so hat man sich dabei immer gegenwärtig zu halten, daß man, streng genommen, vom Standpunkt der Mittelmäßigkeit ihn studiert.

Das wahrhaftige Reich der Zwecke beginnt beim Menschen, und die geistige Aufgabe, die daraus ihm erwächst, drückt für seine Person dem »Kampf ums Dasein« einen edlen Stempel auf. Darum ist es falsch, beim Menschen die Gesetze des »Kampfes ums Dasein« ohne alle Modifikation anwenden zu wollen. Was bei ihm fortschreitet, ist die Intelligenz, und diese folgt Gesetzen, welche in der übrigen Natur nicht zur Geltung kommen können. Wir können zwar schon bei den höher entwickelten Tieren, welche denkend wollen, von einem zweckmäßigen Thun reden. Aber ihr Denken ist noch kein selbstbewußtes und sie folgen nur einem bewußten Gefühl, als der Übergangsstufe von den niedern Tieren ohne Gehirn, deren Thun aus Reflexbewegungen besteht, die auf unbewußte Empfindung zurückführen. Erst der Mensch erhebt sich zu Handlungen und Thaten. Er weiß nicht nur was, er weiß auch daß er thut: er handelt mit Selbstbewußtsein. Erst bei den Zielen, die er mit Bewußtsein sich setzt und mit bewußter Absicht verfolgt, kann man von Zwecken sprechen. Und je mehr seine Intelligenz sich klärt, je deutlicher es ihm wird, daß er es ist, der den Geist gebracht hat in die Welt, desto bestimmter erkennt er sich als Selbstzweck. Und je vollkommener er diesen Zweck erfaßt, desto natürlicher erscheint es ihm, auf seine Nächsten, auf seine ganze Art, ja auf die ganze Natur, soweit sie fühlt, ihn zu beziehen. Dadurch läutert sich allmählich der Egoismus zum wohlwollenden Altruismus: und der Selbsterhaltungstrieb, der für den hochentwickelten Menschen nur mehr einen Sinn hat als ein Glückseligkeitsstreben, welchem auch das fremde Glück heilig ist und der geistige Genuß höher gilt als der körperliche, macht schließlich aus ihm einen sittlichen Menschen, für den der »Kampf ums Dasein« sich verwandelt in gemeinnützige Arbeit. Die den Darwinismus bekämpfen, haben erst die Zivilisation zu leugnen. Das Selbstbewußtsein, das den Menschen zu einem Wesen höherer Ordnung macht; der Zweckbegriff, der ihm das konkrete Reich des Geistes erschließt; die staatliche Gesellschaft, welche Ziele ermöglicht, die der Naturzustand nicht kennt — sind lauter Antworten auf die Frage, warum für den Menschen der »Kampf ums Dasein« nicht das bleiben konnte, was er für die übrige Natur von Anfang war und bis an das Ende bleiben wird. Blicken wir zurück in die uns bekannten ersten Stadien menschlicher Entwickelung, so sehen wir auch unsere Vorfahren gleich wilden Bestien ihr Dasein sich erkämpfen. Doch dieses Bild ist auch in der übrigen Natur nicht das normale. Beim allgemeinen »Kampf ums Dasein« ist der Accent auf die Selektion zu legen. Er bedeutet das Leben in seinem Werden und Vergehen, und dieses ist durch Darwin's Erklärung nicht grausamer geworden. Seine Gesetze, die beim Menschen nicht einmal im

sogenannten Naturzustande volle Geltung hätten, für staatliche Verhältnisse ohne alle Modifikation in Anspruch zu nehmen, ist eine arge Begriffsverwirrung; und die Ausbeutung dieser Verwirrung von Seite jener, die damit die ganze Lehre zu untergraben hoffen, erreicht ihren Höhepunkt in der Behauptung, der Darwinismus sei das Grab aller Sittlichkeit. Die ganze sittliche Entrüstung, welche eine absolut grundlose Beschuldigung hervorruft, spricht aus den Seiten, die Spitzer diesem Gegenstande widmet, und mit besonderer Befriedigung erfüllt gewiß jeden Darwinianer die Klarheit, mit der er gegenüber einem Dühring, Hellwald, Hartmann u. s. w. Stellung nimmt. »Der Kampf ums Dasein, insoweit er wirklich ein allgemeines Naturgesetz vorstellt, ist einfach der Ausdruck der Abhängigkeit jedes organischen Lebens von den Lebensbedingungen und enthält als solcher nichts, was irgendwie eine egoistische, unsittliche Handlung forderte[1].« Nichts kennzeichnet besser die kleinliche Leidenschaftlichkeit, in welche ein so großer Denker wie Dühring sich da hineinredet, als dessen Antisemitismus, der nichts anderes ist als die Realisierung des Daseinskampfes im verwerflichsten Sinn. Was würde aus ihm selbst werden, wenn eines Tages Galileo Galilei, der Einzige, den er ganz gelten läßt, auf den er sich aber auch allein stützt, als ein Galiläer aus Galiläa sich herausstellte? Dühring mißversteht den Darwinismus vollständig. Der »Kampf ums Dasein« der Entwickelungslehre ist kein Vertilgungskampf, sondern Daseinserweiterung. Wie der Altruismus, der auf Liebe zurückführt, eine Erweiterung des Ich ist: so ist der Glückseligkeitstrieb nur eine Erweiterung des Selbsterhaltungstriebes. Mit dem Glückseligkeitstrieb wird von der Ethik nicht so sehr ein Grundsatz aufgestellt, den der Mensch befolgen soll, als vielmehr die Grundlage aufgedeckt, auf welche die Sittlichkeit sich aufgebaut hat, die sowenig als die Zivilisation weggeleugnet werden kann. Sicherlich spielen dabei die sinnlichen Genüsse eine große Rolle, aber nur in veredelter Form, insofern die geistigen Genüsse als die höhern sich erweisen und bei jenen nicht weniger als bei diesen der »Kampf ums Dasein« für den vernünftigen Menschen zu einem Kampf ums Glück möglichst vieler wird, was ohne die Heilighaltung der Interessen anderer undenkbar ist. Auch hier finden wir Spitzer ganz auf der Höhe wahrer Ethik, wenn er sagt, »daß der Glanz der Vollkommenheit nur von dem der Glückseligkeit erborgt ist, deren Strahl aber auch die andern sittlichen Ideale in ebenso hellem, ja oft noch weit köstlicherem Lichte funkeln läßt«[2].

Fassen wir das Bleibende im Darwinismus in einen Satz zusammen, so ist es die Kritik der reinen Natur. Wie Kant die reine Vernunft, so hat Darwin die reine Natur von aller Transzendenz befreit. Für den aus der allgemeinen Entwickelung naturnotwendig hervorgegangenen Menschen gibt es keinen Schöpfer und ist der Geist nichts als die Funktion eines bestimmten Zusammenspiels verschiedener Nerventhätigkeiten. Dem idealen Weltbild steht nicht mehr eine

[1] a. a. O. S. 488.
[2] a. a. O. S. 499.

Realität gegenüber, deren Begreiflichkeit nur durch Kräfte sich vermitteln ließe, die nichts anderes wären als das Spiegelbild der Mächte, von welchen das ideale Weltbild nichts weiß. Selbst ist der Mensch. Diese Worte kennen wir schon lange, aber erst seit Kant-Darwin wissen wir, daß sie eine Wahrheit, daß sie des Menschen ganze Wahrheit sind. Was darüber hinausstrebt, ist Glaube. Damit ist der Mensch ganz auf die eigenen Füße gestellt. Keine künftige Ethik, die Wissenschaftlichkeit beanspruchen will, kann die Schranken übersteigen, mit welchen diese Erkenntnis sie umgibt. Der Mensch hat — soweit sein Wissen reicht — keinen höheren Richter über sich als seine Mitmenschen und sein Gewissen. Wie das noch enden wird? Wie es geworden ist. Mit der Empfindung ist der Schmerz gegeben, untrennbar von allem, was die Entwickelung hemmt. Den Schmerz abwehren, heißt die Entwickelung fördern; der Entwickelung widerstreben, heißt leiden und schließlich untergehen. Der Mensch hatte keine Wahl: er mußte vorwärts, so gut es eben ging, und was als Glückseligkeitstrieb uns erscheint, ist im Grunde nur dieses Müssen. Blicken wir, so tief es uns gegönnt ist, zurück in die Geschichte des Menschen, so wogt allerdings ein ganzes Meer von Irrtümern und Fehlern uns entgegen; aber wie oft auch der Mensch nahe daran war, von der höher und höher gehenden Flut verschlungen zu werden: immer wieder hat er Oberwasser gewonnen und seinen höchsten Idealen, dem Guten, Schönen und Wahren, in der Gemeinschaft, die er mit seinesgleichen eingegangen, einen Hort errichtet, der ein Zurücksinken in die Barbarei früherer Zeiten nicht mehr gestattet. Viel läßt die Zivilisation noch zu wünschen übrig. Überblicken wir aber unbefangen die ganze Vergangenheit, so müssen wir zugeben, daß der Mensch das allmählich angesammelte Pfund gut verwaltet hat, und getrost können wir uns sagen: Der Mensch wird sich nie verlassen.

Mikromechanische Skizzen.

Von

K. Fuchs (Oedenburg).

Mit 27 Holzschnitten.

(Schluß.)

5. Rhizopodien.

Wunderlich, befremdend sind wohl alle bisher besprochenen Erscheinungen. Kaum ist aber eine so überraschend wie das Fadenausstrahlen der Rhizopoden, dem diese Tiere auch ihren Namen »Wurzelfüßler« verdanken. Die Fadenstrahlung der hierher gehörigen Gromien beschreibt Max Schultze folgendermaßen:

»Nach einiger Zeit vollständiger Ruhe werden aus der einfach vorhandenen großen Öffnung der Schale feine Fäden einer farblosen, durchsichtigen, äußerst feinkörnigen Masse hervorgeschoben. Die zuerst hervorkommenden suchen tastend umher, bis sie einen festen Körper gefunden haben, an welchem sie sich in die Länge ausdehnen, indem aus dem Inneren der Schale neue Masse nachfließt. Die ersten Fäden sind äußerst fein, bald entstehen jedoch auch breitere, die wie die ersten in schnurgerader Richtung schnell an Länge zunehmen, auf ihrem Wege sich oft unter spitzen Winkeln verästeln, mit nebenliegenden zusammenfließen, um ihren Weg gemeinschaftlich fortzusetzen, bis sie, allmählich immer feiner werdend, eine Länge erreicht haben, welche die des Tierkörpers um das sechs- bis achtfache übertrifft. Haben sich die Fäden auf diese Weise von der vor der Schalenöffnung nach und nach angehäuften, großen Masse feinkörniger, farbloser, kontraktiler Substanz nach allen Richtungen ausgestreckt, so hört das Wachsen der Fäden in die Länge allmählich auf. Dagegen werden jetzt die Verästelungen immer zahlreicher, es bilden sich zwischen den nahe beieinander liegenden eine Menge von Brücken, welche bei fortwährender Ortsveränderung allmählich ein proteisch veränderliches Maschensystem darstellen. — Wo an der Peripherie des Sarkodenetzes, wie wir das zarte Gewebe nennen wollen, sich mehrere Fäden begegnen, bilden sich aus der stets nach-

fließenden Substanz oft breitere Platten aus, von denen wieder nach mehreren Richtungen neue Fäden ausgehen. Betrachtet man die Fäden genauer, so erkennt man in und an denselben strömende Körnchen, welche, aus dem Innern der Schale hervorfließend, längs der Fäden ziemlich schnell nach der Peripherie vorrücken, am Ende der Fäden angekommen umkehren und wieder zurückeilen. Da gleichzeitig jedoch immer neue Kügelchenmassen nachströmen, so zeigt somit jeder Faden einen hin- und einen rücklaufenden Strom. Stoßen die Fäden auf ihrem Wege an irgend einen zur Nahrung brauchbar erscheinenden Körper, so legen sie sich an denselben an und breiten sich über ihn aus, indem sie mit benachbarten zusammenfließen. So bilden sie eine mehr oder weniger vollständige Hülle um denselben. In dieser wie in den Fäden hört die Strömung der Kügelchen jetzt auf. Die Fäden krümmen und verkürzen sich, fließen bei diesen Bewegungen immer mehr zu einem dichten Netze oder in breite Platten zusammen, bis die beuteführende Masse der Schalenöffnung nahe gekommen ist und schließlich in dieselbe zurückgezogen wird. Ganz ähnliche Erscheinungen beobachtet man auch, wenn die Fäden aus irgend einem anderen Grunde sich zurückziehen. Die regelmäßigen Körnchenströmungen stehen still, die Fäden krümmen sich, fließen häufiger als vorher zusammen und gelangen endlich als unförmliche, zersetzter organischer Substanz ähnlich sehende Masse zur Schalenöffnung, in welche sie langsam aufgenommen werden.«

Die einzig richtige Erklärung dieser an charakteristischen Einzelheiten überaus reichen Erscheinungskette zu finden, ist natürlich nicht möglich. Wohl aber ist es möglich, aus sehr einfachen, auch anderwärts gebrauchten Hypothesen ganz ähnliche Erscheinungsketten abzuleiten, so daß es wahrscheinlich wird, daß diese Hypothesen der Wahrheit ziemlich genau entsprechen.

Wir wollen die Theorie an einer idealen, nicht weiter spezialisierten Protoplasmamasse durchsprechen. Die Konformität mit den Thatsachen wird Schritt für Schritt in die Augen springen.

a) Es sei eine protoplasmaähnliche Masse A gegeben, die im Wasser schwebt. Wenn die Adhäsion kleiner ist als die beiderseitige Kohäsion (d. h. als die Kohäsion des Wassers sowohl, als die von A, oder genauer gesagt, als das Mittel der beiden Kohäsionen, dann hat A Oberflächenspannung, als wenn es frei in der Luft wäre (nur schwächer), weil die Normalkräfte vermindert sind[1]. Die Oberfläche will sich daher verkleinern und A wird sich wie jeder andere Tropfen oder wie eine im Wasser frei schwebende Amöbe in eine Kugel zusammenziehen, und wenn A noch so oft durch irgend welche Kräfte deformiert wird, so kehrt es doch immer wieder zur Kugelgestalt zurück, so daß wir den Ausdruck gebrauchen können: Im Falle von Unteradhäsion gravitiert A nach der Kugelgestalt.

Setzen wir den zweiten Fall, daß die Adhäsion gleich ist dem Mittel der beiderseitigen Kohäsion. A hätte dann nicht das mindeste Bestreben seine Gestalt zu ändern. Jedem Zuge, jedem Drucke würde

[1] s. Abschnitt 1 und 2.

es folgen und bald die Formlosigkeit eines unregelmäßigen Fetzens zeigen. Im Falle von Durchschnitts-Adhäsion gravitiert A gar nicht nach irgend einer Gestalt.

Setzen wir den dritten Fall, daß die Adhäsion größer ist als das Mittel der beiderseitigen Kohäsionen. Dann sind die verdünnenden und dehnenden Normalkräfte stärker als die kontrahierenden Tangentialkräfte und die Oberfläche hat überall das gleiche Bestreben, sich zu vergrößern, und wir haben nun die Konsequenzen dieses Umstandes zu bestimmen. Ein Umstand ist klar: Die Gestalt von A wird sich von der Kugelgestalt (die die kleinste Oberfläche hat) möglichst weit entfernen. Auch das ist klar, daß eine kleine Einstülpung wie bei b oder d sich vertiefen muß, wenn die Oberfläche sich dehnt, und daß eine Auswölbung sich noch weiter auswölben wird. Das kleinste Grübchen wird sich dann zu einem Sacke, die kleinste Hervorragung zu einer Rippe oder zu einem Arm erweitern. Mit derselben Energie, mit der ein verzerrter Öltropfen im Wasser sich zu einer Kugel kontrahiert, wird umgekehrt A sich in ein wirres Gebilde verzerren und immer weiter verteilen, so daß man geneigt wäre, es sich etwa so wie ein Lorchel vorzustellen. Diese Verzerrung durch Expansionskapillarität scheint nach keinem bestimmten Endtypus zu gravitieren, im Gegensatz zur Kontraktionskapillarität, die, wie oben erwähnt, nach der Kugelgestalt gravitiert.

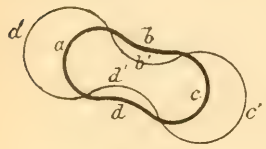


Fig. 1.

Diese Auffassung ist übereilt. Die Expansionskapillarität gravitiert thatsächlich nach einer ganz bestimmten Endform, und diese ist der Faden, der Cylinder von sehr kleinem Querschnitte. Dieses in hohem Grade überraschende Resultat soll nunmehr bewiesen werden.

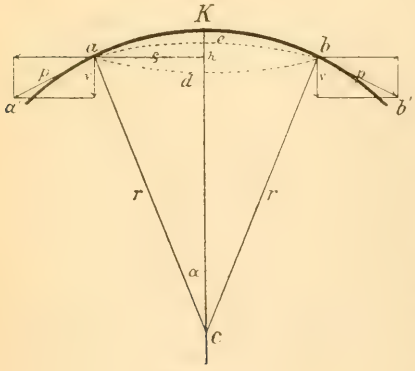


Fig. 2.

Es läßt sich nicht vermeiden, daß wir die Spannungsverhältnisse in einer Kuppe und in einem Cylinder mathematisch bestimmen.

Die Oberfläche des A bilde an irgend einer Stelle eine Kuppe, eine Kalotte, die man als ein Stück einer Kugel vom Radius r auffassen kann. Wenn die Oberfläche $a\,k\,b$ sich mit der Kraft p ausdehnt, d. h. wenn jeder Millimeter des Umfanges $a\,d\,b\,e\,a$ mit der Kraft von p Milligramm in der Richtung der Tangente, z. B. $a\,a'$ oder $b\,b'$ sich stemmt, dann gibt das für jeden Millimeter des Umfanges eine tangentiale Kraft p, also für den ganzen Umfang eine vertikale Komponente $2\,r \sin\alpha\,\pi\,.\,p \sin\alpha$, mit der sich die Kuppe senkrecht heben will (die vertikale Komponente v von p ist $p \sin\alpha$; und der Radius ϱ des Umfanges $a\,b\,d\,e$ ist $r \sin\alpha$).

Mit dieser Kraft wird also die Flüssigkeit im ganzen Querschnitt $a\,d\,b\,e$ nach oben gesaugt, wie unter dem Stempel einer Pumpe; das gibt aber eine Saugkraft

$$\frac{2\,r\sin\alpha\,\pi\,.\,p\sin\alpha}{(r\sin\alpha)^2\,\pi} = \frac{2\,p}{r}$$

für jeden mm^2 (der Querschnitt $a\,d\,b\,e$ ist eben $[r\sin\alpha]^2\,\pi$).

Eine Kuppe, mag sie noch so klein sein, saugt daher mit einer spezifischen (d. h. auf den Quadratmillimeter bezüglichen) Kraft, die um so größer ist, je kleiner der Krümmungsradius ist, und die unabhängig ist von der Größe der Kuppe.

Betrachten wir zunächst die Konsequenzen dieses Satzes. Ein wirklicher Körper kann nie absolut kugelige Flächenteile haben; immer ist die Wölbung an einzelnen Stellen stärker, an anderen geringer. Der obige Satz sagt nun, daß bei ganz gleichmäßiger Expansionskraft p der ganzen Oberfläche gerade die kleinsten Hervorragungen, die kleinsten Unebenheiten am allerstärksten aus dem Inneren Substanzen in sich saugen und sich ausdehnen werden. Wenn aber durch diese riesenstarken Zwerge Substanz dem Inneren entnommen wird, dann muß die Oberfläche, wo sie schwächer gewölbt ist (größeren Krümmungsradius hat) und also nicht mit derselben Kraft zu widerstehen und entgegenzusaugen vermag, nachgeben und einsinken. Man denkt nun auf den ersten Anblick hin, daß durch das Wachsen die kleinen, so stark saugenden Höcker zu größeren Wölbungen mit großem Radius werden und somit ihre Saugkraft verlieren, worauf endlich ein Ruhestand eintreten muß. Dieser Schluß ist übereilt, denn unmöglich können die entstehenden größeren Wölbungen absolut genaue Kugelflächen von überall gleichem Radius werden; wo aber die Wölbung nur im mindesten flacher wird, sinkt die geschwächte Kuppe sofort ein. Die Zeichnung zeigt nun, daß eine Kugelfläche $a\,b\,c\,d\,e$ unmöglich irgendwo abgeflacht werden kann, ohne nebenan bei b und d um so stärker sich zu krümmen. Dort wird also die Saugkraft sozusagen neu geboren, und es ist klar, daß die Bildung immer neuer scharfer Krümmungen und somit das Auftreten immer neuer saugender Stellen nie aufhören kann. Nachdem somit jede wachsende Kuppe immer nur an der Stelle ihrer größten Krümmung weiter wächst, ohne sich zu verdicken, so ist offenbar, daß armartige Gebilde entstehen werden. Hiermit ist bereits ein approximatives Resultat gefunden, und wir gehen über zur Besprechung der armartigen Gebilde, deren Typus der Cylinder ist.

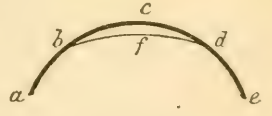


Fig. 3.

Fassen wir ein cylindrisches Stück eines Armes ins Auge, der oben irgendwie abgeschlossen ist und unten mit A zusammenhängt. Wenn der Cylinder nun nach oben mit der Kraft p wächst, gibt dies einen Gesamtdruck $2\,r\,\pi\,p$ nach oben (weil $2\,r\,\pi$ der Umfang des Cylinders ist). Mit dieser Kraft zieht der sich

Fig. 4.

verlängernde Arm eine Wassersäule von $r^2\,\pi$ Durchschnitt empor, was eine Saugkraft per Flächeneinheit

$$\frac{2\,r\,\pi\,p}{r^2\,\pi} = \frac{2\,p}{r}$$

gibt, gerade wie bei der Kuppe. Diese saugende Kraft wirkt aber nach dem hydrostatischen Grundgesetze auch auf den Mantel des Cylinders senkrecht auf die Wand nach innen und es ist die Frage, ob der Mantel, indem er peripherisch auch mit der Kraft p wachsen will, diesem Saugen ein genügendes Gegensaugen entgegensetzt.

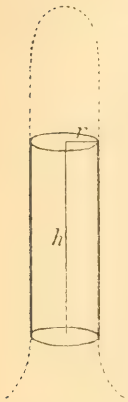


Fig. 5.

Dies ist leicht gerechnet. Denken wir uns den Cylinder der Länge nach in zwei gleiche Rinnen gespalten. Wenn der Cylinder peripherisch mit der Kraft p wächst, stemmen sich die zwei Schnittflächen von der Länge h mit der Gesamtkraft $2\,h\,p$ gegeneinander. Mit dieser Kraft saugen sie in der Schnittfläche, welche die Größe $2\,r\,h$ hat. Das gibt eine Saugkraft per mm^2 von

$$\frac{2\,h\,p}{2\,r\,h} = \frac{p}{r}$$

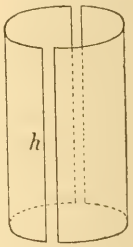


Fig. 6.

Man sieht, daß die Wände einem Saugen der Flüssigkeit von $\frac{2\,p}{r}$ nur eine Gegenkraft von $\frac{p}{r}$, also nur von dem halben Betrage entgegensetzen und infolgedessen nachgeben. Es heißt dies so viel, als daß sich der Cylinder mit der effektiven Kraft $\frac{p}{r}$ per mm^2 zusammenzieht, verdünnt und verlängert.

Ein Cylinder, dessen Oberfläche sich mit der Kraft p tangential expandiert, verlängert und verdünnt sich und saugt an seiner Basis Flüssigkeit auf, und dies alles mit einer Kraft, die um so größer ist, je dünner der Cylinder ist.

Wenn es für diesen Satz keine andere Garantie gäbe, als die obige skizzenhafte mathematische Entwickelung, so stünde sie allerdings auf ziemlich schwachen Füßen, denn dieser Beweis ist höchst lückenhaft und vermag wohl höchstens die Sache plausibel zu machen. Die mannigfaltigen streng mathematischen Beweise zu liefern ist jedoch hier nicht der richtige Ort. Es sei also nur kurz konstatiert, daß solche längst vorliegen und die betreffenden Formeln täglich angewendet werden und beispielsweise auch in dem bekannten Grundgesetze der Kapillarität

$$p = a\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right)$$

enthalten sind (nur mit entgegengesetztem Vorzeichen).

Der eben entwickelte Satz ist aus mehreren Ursachen so paradox, so aller Vernunft scheinbar zuwiderlaufend, daß man Mühe hat, an seine Richtigkeit wirklich zu glauben, selbst nachdem man mit eigenen Augen gesehen hat, daß die Rhizopoden die besprochene Erscheinung wirklich zeigen. Man zweifelt noch, weil es nicht erwiesen ist, daß bei den Rhizopoden auch wirklich die Expansionskapillarität der wirkende Faktor ist.

Der Satz ist befremdend, weil die Ursache (die Expansionstendenz) eine allseitig gleichmäßig wirkende und die Wirkung dennoch eine so schroff einseitige, geradezu scheinbar sich selbst widersprechende ist, indem der Cylinder immer dünner wird, als würde er ausgesaugt, und gleichzeitig immer länger, als würde er aufgeblasen. Man gewinnt den Eindruck, als sollte eine Sache gleichzeitig schwarz und weiß sein.

Der Satz ist befremdend, weil hier scheinbar Ursache und Wirkung vertauscht sind, indem hier Ursache sein soll, was sonst immer Folge ist, und hier Folge sein soll, was sonst immer Ursache ist. Immer sehen wir nämlich, daß Stoffzufuhr die Ursache, das Wachstum die Folge ist; das Blut muß in die Adern, es muß beim Chamäleon in die Zunge gewaltsam gepreßt werden, wenn die Adern schwellen, die Zunge sich vergrößern soll. Hier aber soll das Wachsen der Oberfläche die Ursache und die Stoffaufnahme die Folge sein. Ein wachsender Körper, der noch dazu saugt, macht den Eindruck eines Sohnes, der seinen eigenen Vater zeugt.

Der Satz ist befremdend, weil wir gewohnt sind zu sehen, daß jede Kraft sich erschöpft, sich zersplittert, und daß die Ausübung der Wirkung auf die verursachende Kraft lähmend zurückwirkt. Hier sehen wir umgekehrt die verändernde, formende Kraft nur um so mehr an Intensität gewinnen, je mehr sie Veränderung bewirkt hat; sie potenziert sich, statt sich zu erschöpfen.

Der Satz ist befremdend, weil er ein Formen, Gestalten, ein Verarbeiten von Material behauptet und nirgends einen Former, einen Schöpfer, einen Organisator in die Hand gibt.

Wenn es allen Lesern so schwer wird, in diesen Satz sich hineinzuleben, wie dem Schreiber dieser Zeilen, dann bleibt der vorliegende Aufsatz vielfach ungelesen.

Kehren wir nun zu unserem Körper A zurück. Es ist gesagt worden, daß die Stellen größter Krümmung anschwellen, alle andern einsinken werden; daß ferner an diesen Schwellungen wieder nur die Punkte stärkster Krümmung weiter vordringen etc. (der Kürze wegen ist der Beweis übergangen worden, daß eine Ecke noch einmal so stark saugt als eine ebenso stark gewölbte Kante, daß daher die Ecken allein vorschießen und die umliegenden Kanten zum Einsinken bringen werden), und daß somit armartige Gebilde entstehen werden. Es ist sodann nachgewiesen worden, daß auch der kleinste Arm sofort sich verlängern und verdünnen wird. In der Praxis können daher gar keine dicken Arme sich erheben und alle Arme werden sofort als Fäden von nahezu kleinster möglicher Dicke aus der Masse sich heben.

b) Wir wollen nun die Sache noch konkreter fassen. A bedeute eine Protoplasmamasse, die vollkommen gesättigt ist. Sie befindet sich

in Wasser, das reichlich Nährstoffe gelöst oder gebunden oder suspendiert enthält. Nach unserem Gesetze $A = Pw\ Pp$, in welchem Pw den Nährgehalt des Wassers, Pp aber den Hungerzustand des Protoplasmas bedeutet, wird in unserem Falle keine oder kleine Adhäsion herrschen, weil $Pp = 0$ ist, d. h. das Protoplasma keinen Hunger besitzt. Die Folge wird sein, daß A sich wegen großer Oberflächenspannung in eine vollkommene Kugel zusammenziehen wird. Im Laufe der Zeit wird nun infolge des Stoffwechsels in A immer größeres Nahrungsbedürfnis entstehen. Die Oberflächenschicht allein kann jedoch dieses befriedigen, weil sie allein mit Nährwasser in Berührung ist. Sie wäre konstant gesättigt, wenn die tiefer liegenden Schichten ihr nicht immer wieder die aufgenommenen Nährstoffe entrissen. In dem Maße, als der Hungerzustand im Inneren überhand nimmt, wird der Oberflächenschicht ihr Nährstoff immer gründlicher wieder entrissen, und wenn sie solchen nur langsam aus dem Wasser aufzunehmen vermag und zwar viel zu langsam, um den schneller überhand nehmenden Hunger im Inneren zu befriedigen, dann wird auch die Oberflächenhaut bald in immer wachsenden Hunger versetzt werden, gleichwie eine noch so dicke Fensterscheibe in einem noch so warmen Zimmer an der Innenseite dennoch immer kälter wird, wenn die äußere Luft sich immer mehr abkühlt; die kaum aufgenommene Wärme wird der Scheibe eben immer schneller wieder entrissen. Die Adhäsion zwischen Wasser und Oberflächenprotoplasma wird also immer stärker und wird sich dem kritischen Punkte, nämlich dem Mittel der beiderseitigen Kohäsionen immer mehr nähern; die Oberflächenspannung wird also immer kleiner, verschwindet, um nach Überschreitung jenes Punktes in Expansionstendenz überzugehen.

Bevor noch die Schwelle der neutralen Adhäsion überschritten wird, können wir einige interessante Erscheinungen erwarten. Ein besonders nahrhaftes Partikelchen m soll A berühren; dann wird der Nährstoff radial nach allen Seiten diffundierend das halbkugelförmige Protoplasmastück $a\,c\,b$ sättigen und die Grenze $a\,c\,b$ wird sich immerfort erweitern.

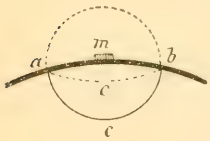


Fig. 7.

Große Wahrscheinlichkeit hat die Annahme für sich, daß durch Sättigung das Protoplasma nicht nur seine Kohäsion (mag dies nun eine Verstärkung oder Schwächung sein), sondern auch seine Adhäsion an das Hungerprotoplasma ändert. Wenn wir diesen beiden Änderungen nacheinander verschiedene Werte zuschreiben, dann können wir eine stattliche Reihe überraschender Formänderungen ableiten. Wir wollen vor allem den Fall betrachten, daß die Adhäsion zwischen hungrigem und sattem Protoplasma kleiner wird als das Mittel der beiderseitigen Kohäsionen, daß also beispielsweise die Kontaktschicht $a\,c\,b$ unserer obigen Zeichnung Kontraktionstendenz zeigt. Diese Schicht wird sich dann wie ein Trommelfell $a\,c'\,b$ spannen und hierbei einerseits das satte Protoplasma in Form einer Ausstülpung herausheben, anderseits die Ränder a und b gegen einander ziehen. Da aber das Auge des Mikroskopikers hungriges und sattes Protoplasma im allgemeinen nicht wird unterscheiden

können, so wird man den Eindruck gewinnen, als hätte das Protoplasma auf den Reiz des Nährpartikels hin eine halbkugelige Ausstülpung vorgestoßen. — Wir können uns nun leicht vorstellen, daß stets in dem Maße, als die Sättigung immer weiter in das Innere vordringt, also die Grenzschicht sich erweitert, dieselbe sich stets infolge ihrer Spannung gerade um so viel wieder kontrahiert, um wie viel sie sich erweitert hat. Dann bleibt konstant eine Einschnürung $a\ b$ vorhanden, die durch die Spannung der punktierten Übergangsschichten veranlaßt wird, und diese Schicht pumpt gleichsam Protoplasma aus h nach s, indem das Vorrücken der Sättigung gegen h immer wieder durch die daraus resultierende Kontraktion paralysiert wird. — Wenn wir im allgemeinen sagen, daß die Adhäsion zwischen zweierlei Protoplasma kleiner ist als das Mittel der beiden Kohäsionen, dann finden wir beispielsweise, daß, falls in einer kugeligen Protoplasmamasse das Protoplasma sich in zwei Nüancen scheidet, die sich in die Halbkugeln teilen und also die als Doppelschicht gezeichnete Kontaktfläche Kontraktionstendenz zeigt, daß dann die Kugel, wie die Punktierungen andeuten, erst ei- oder spindelförmig, bei gesteigerter Kontraktion aber biskotenförmig werden muß, was bei verschwindender Adhäsion geradezu zu einer Teilung in zwei Kugeln führen muß. Solche Abschnürungen sind aber eine sehr häufige Erscheinung. Sie erklären sich also einfach durch die Annahme, daß verschiedenartiges Protoplasma Unteradhäsion zeigt.

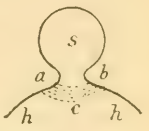


Fig. 8.

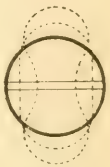
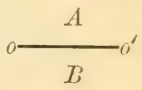


Fig. 9.

Unsere Hypothese von der Unteradhäsion heterogener Protoplasmaarten hat aber eine noch viel tiefer gehende Bedeutung. $o\ o'$ sei die Berührungsfläche zweier Protoplasmaarten A und B, deren erstere die größere Kohäsion a, deren zweite die kleinere Kohäsion b besitzt, während ein Molekül des A und eines des B einander mit der Kraft c anziehen (Adhäsion), die das Mittel von a und b ist, also um ebensoviel größer als b ist, als es kleiner ist als a.



Wenn dann ein Molekül des B aus dem Inneren von B (wo seine Attraktionssphäre mit Molekülen gesättigt ist, die es mit der Intensität b anzieht) nach dem Inneren von A übertragen wird (wo es die umgebenden Moleküle mit der größeren Kraft c anzieht), dann ist zum Herausreißen aus B weniger Arbeit erforderlich gewesen, als wir durch das Einführen in A gewinnen. Wir haben also einen effektiven Arbeitsgewinn, der um so größer ist, je mehr c die Kraft b überschreitet. Umgekehrt wird aber Arbeit verloren, wenn wir ein Molekül des A aus dem Inneren von A in das Innere von B übertragen, weil es gelegentlich des Herausreißens von den Molekülen seiner Umgebung mit der Kraft a zurückgehalten wird, während es gelegentlich des Einführens in B von den Molekülen der neuen Umgebung mit der kleineren Kraft c angezogen wird. Der Arbeitsverlust ist offenbar um so größer, je kleiner c im Vergleiche mit a ist; da aber, wie oben vorausgesetzt worden, c ebenso hoch über b steht, als es unter a steht, so wird durch die erstere Übersetzung (aus B nach A) gerade so viel Arbeit gewonnen, als durch die zweite Übersetzung (aus A nach B) verloren

geht. Wenn also ein *A*-Molekül und ein *B*-Molekül ihren Platz tauschen (denn darauf laufen ja die beiden Übertragungen hinaus), dann wird hierdurch keine Arbeit geleistet. Nun besteht das Mischen zweier Flüssigkeiten ja in nichts anderem, als daß die Moleküle der beiden Flüssigkeiten fortwährend ihre Plätze vertauschen. Daraus resultiert der wichtige Satz: Bei Durchschnittsadhäsion (d. h. wenn die Adhäsion in der Mitte zwischen den beiden Kohäsionen liegt) wird durch Mischung der Flüssigkeiten keine Arbeit geleistet. Daraus folgen aber sofort die beiden ergänzenden Sätze: Bei Überadhäsion (d. h. wenn die Adhäsion über jenem Mittel liegt) wird durch Mischung Arbeit gewonnen. Bei Unteradhäsion hingegen wird durch Mischung Arbeit verloren, d. h. durch das Gegenteil, nämlich durch Entmischung oder Trennung, wird Arbeit gewonnen. Da nun in der Natur stets diejenige Bewegung erfolgt, bei der Arbeit gewonnen wird, so dürfen wir erwarten, daß im Falle von Unteradhäsion heterogener Protoplasmaarten das Gesamt-Protoplasma, in dessen Innerem Differenzierungen vor sich gehen, sich allmählich in zwei Partien spalten wird, deren jede nur aus Einer Art Protoplasma besteht.

Dieses Theorem bedarf einer Korrektur von unverhoffter Seite. Wenn man eine Schachtel halb mit schwarzen, halb mit weißen, sonst aber ganz gleichen Kugeln füllt und schüttelt, dann werden bald die Kugeln vollständig gemischt sein. Erschütterung wirkt also wie eine mischende Kraft. In solcher Erschütterung sind aber die Moleküle der Körper fortwährend, denn die Wärmeschwingungen sind ja nichts anderes. Diese mischende Wirkung ist also von der Temperatur abhängig. Diese mischende Kraft der Wärmeschwingungen wirkt der Scheidung des Protoplasmas entgegen und verursacht, daß dieselbe nur unvollkommen erfolgt, falls nicht starke Unteradhäsion herrscht. Über Eiweißstoffe läßt sich a priori wohl gar nichts sagen, es ist aber wahrscheinlich, daß die Scheidung der Protoplasmaart bei niederer Temperatur vollständiger vor sich geht, während bei höherer Temperatur die Mischungstendenz übermächtig wird. — Wenn wir das bisher gesagte zusammenfassen, so finden wir: Wenn eine Protoplasmamasse (die sich durch Oberflächenspannung abgekugelt hat) sich in ihrem Inneren in zwei Nüancen differenziert, und es findet zwischen diesen wachsende Unteradhäsion statt, dann werden infolge der Molekularkräfte die beiden Protoplasmaarten sich trennen, die Berührungsregion wird Kontraktionstendenz zeigen, die Kugel wird oval, sie schnürt sich ein, und falls die Adhäsion verschwindet, zerfällt sie in zwei Kugeln von differenter Beschaffenheit.

Fig. 10.

Eine interessante Form der Kontaktflächenspannung ergibt sich, wenn in einem Cylinder der Übergang von der Beschaffenheit *A* in die Beschaffenheit *B* ein allmählicher ist. Denn dann ist jeder beliebige Querschnitt eine Kontaktfläche heterogener Schichten, und der Cylinder zeigt überall die Tendenz, den Querschnitt zu kontrahieren, d. h. sich zu verdünnen und folglich zu verlängern, obwohl keine Überadhäsion an der Oberfläche vorhanden ist.

Wir haben unseren Hauptgegenstand betreffend bisher betrachtet, welche Kräfte an unserem hungrigen Protoplasma A Ausstülpungen verursachen könnten. Eine zweite Erscheinung, die wir bei überhandnehmendem Hunger erwarten können, ist das Anströmen des Protoplasmas an die Kontaktfläche (Oberfläche). Wir haben jetzt allerdings andere Verhältnisse, als im vorigen Abschnitte betrachtet worden sind, indem im vorliegenden Falle das Protoplasma nicht an einer festen Wand, sondern an Wasser anliegt. Man sieht aber leicht ein, daß dies in den Beziehungen der Kräfte, soweit wir sie betrachtet haben, nichts ändert, und somit brauchen wir auch keine neuen Entwickelungen vorzunehmen. Als interessanten Umstand könnte man etwa anführen, daß nicht nur das Protoplasma an das Wasser, sondern auch umgekehrt das Wasser an das Protoplasma anströmen könnte, und daß beiderlei Strömungen gegeneinander gleichzeitig auftreten können. — Wir haben aber gesehen, daß an der Anströmungsstelle eben infolge des zentrifugalen Abströmens und Ausweichens der einen oder beider Flüssigkeiten die Attraktion der beiden sich in solcher Form äußert, als befände sich zwischen ihnen luftleerer oder luftverdünnter Raum. Der »Anstrom« wird also durch das Wasser aus der Masse herausgezogen, und wenn das Protoplasma nicht zu zähe ist und die alles nivellierende Oberflächenspannung infolge hochgradigen Hungerzustandes bereits sehr gering geworden ist, dann wird der Scheitel des Anstromes wie eine Diatomee in das Wasser hineinstreben, vordringen und einen Arm bilden, in dessen Achse ein Strom hungrigen Protoplasmas aus dem Zentrum der Masse nach dem Scheitel strömt, während im Mantel das wenigstens teilweise gesättigte Protoplasma nach unten fließt und in der Oberfläche des A sich staut.

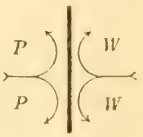


Fig. 11.

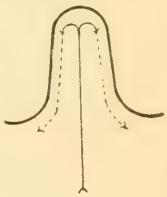


Fig. 12.

Wir haben hiermit möglicherweise wieder eine, wenn auch vielleicht geringe Kraft gefunden, welche nicht nur Buckel, sondern sogar Arme zu bilden geeignet ist. Nun wird aber durch dieses Anströmen das Protoplasma der zentralen Teile des A an die Oberfläche gebracht; dies sind aber gerade die allerhungrigsten Teile, weil sie, als die von der Oberfläche entferntesten, die wenigste Nahrung durch Diffusion erhalten haben. Wenn also die Oberfläche am Beginne der Strömungen immer noch Unteradhäsion zeigte, so wird das emporgewühlte Protoplasma bereits Überadhäsion zeigen und mit ihr all die wunderbare Strahlenbildung, die wir am Anfange dieses Abschnittes aus der Überadhäsion abgeleitet haben.

Wie lang und dick werden die Fäden werden? Da die Fäden so lange sich verlängern und verdünnen, als Überadhäsion zwischen dem Protoplasma und dem umspülenden Wasser besteht, so haben wir die Bedingungen zu untersuchen, welche den Bestand der Überadhäsion garantieren. Zwei Bedingungen sind sofort gefunden: das Wasser muß je nährstoffreicher und das Protoplasma je hungriger sein. Der Hungerzustand wird durch mehrere Umstände gesteigert. Wir haben nämlich

an der Oberfläche eine schwache, kontinuierliche Ernährung durch das umspülende Wasser vorausgesetzt; je kleiner dieselbe also im Verhältnis zur Masse ist, um so hochgradigerer Hunger wird im Inneren entstehen können. Absolut verkleinert wird aber diese Oberfläche, wenn das Tier eine Schale besitzt; relativ verkleinert wird sie, wenn das Tier ein großes Volumen und kugelige Gestalt hat (je größer und je runder das Tier ist, um so weniger Oberfläche fällt im Durchschnitt auf den Kubikmillimeter, weil die Oberfläche nach dem Quadrate, das Volumen aber nach dem Kubus des Durchmessers wächst). Größere und mit Schalen versehene Tierchen werden also vermutlich reichere Strahlenbildung zeigen als kleinere und nackte. — Die Überadhäsion ist ferner um so größer, je schneller das Protoplasma in der Oberfläche des Strahles wechselt; denn in welchem Maße der Protoplasmawechsel sich verlangsamt, in demselben Maße gewinnt auch das Oberflächenprotoplasma Zeit sich zu sättigen; das hat aber zur Folge, daß die Adhäsion immer kleiner wird. Sobald sie zu Mitteladhäsion herabgesunken ist, hört die fadenbildende Expansionstendenz auf und der Faden wächst nicht weiter, d. h. hat seine Maximallänge und -dicke erreicht. Sinkt die Adhäsion noch tiefer, dann stellt sich in der Oberfläche Kontraktionstendenz ein, was zur Folge hat, daß der Faden sich verkürzt, verdickt und eingezogen wird. Nun läßt sich leicht zeigen, daß die Speisung der Oberfläche mit Hungerprotoplasma um so unvollkommener werden muß, je länger und je dünner der Strahl wird. Der Querschnitt des Fadens gibt nämlich die Weite (oder wenn man will, die Enge) der Bahnen des zu- oder abströmenden Protoplasmas. Wenn nun der Faden, ohne dicker zu werden, seine Länge verdoppelt, dann hat er seine Oberfläche verdoppelt, ohne zugleich die Strombahnen zu erweitern. Derselbe Strom kann aber die doppelte Oberfläche nur halb so gut mit immer frischem Hungerprotoplasma versehen. Dazu kommt, daß das Protoplasma, um in die Spitze eines doppelt so langen Fadens zu gelangen, den doppelten Weg zurücklegen muß, also die doppelte Reibung zu überwinden hat. Verlängerung des Fadens verringert also den Protoplasmawechsel. (Zugleich ist klar, daß die Fäden um so länger werden können, je weniger zähe, d. h. je leichtflüssiger das Protoplasma ist.) — Verdünnung wirkt ähnlich. Wenn der Durchmesser des Fadens auf die Hälfte sinkt, sinkt wohl auch die Oberfläche auf die Hälfte; der Querschnitt, also die Weite der Strombahnen, sinkt aber auf den vierten Teil, und der Protoplasmawechsel ist verschlechtert. Sobald aber der Protoplasmawechsel unvollkommener wird, gewinnt, wie gesagt, das oberflächliche Protoplasma Zeit sich zu sättigen, die Überadhäsion sinkt auf Mitteladhäsion herab, und die weitere Verlängerung und Verdünnung hört auf.

Auch über Form und Richtung der Strahlen können wir ganz bestimmte Vermutungen aussprechen. Wir haben bei Besprechung der Diatomeen gesehen, daß auf das Protoplasma stets eine Kraft wirkt, die es der reichsten Gegend des Wassers entgegentreibt. Wenn wir als weiteren Satz noch den Umstand uns ins Gedächtnis rufen, daß das Protoplasma das Wasser, von dem es umhüllt wird, arm macht (indem es ihm die Nähr-

stoffe entzieht), daß also unsere Strahlen Mäntel von ärmem Wasser um sich schaffen, dann haben wir genug Basis. Die Zeichnung zeigt zwei Fäden, die als I und II unterschieden sind. Der Nährgehalt des Wassers ist durch die Dunkelheit der Punktierung gemessen. Die 2. Zeichnung (Fig. 14) stellt unser ganzes Tier *A* dar, mit derselben Bedeutung der Punktierung. Es ist klar, daß das Wasser um so ärmer, je näher zum Zentralkörper ist, da in der Peripherie auch nicht mehr Fäden sich nähren als in den zentralen Teilen, in letzteren aber natürlich die Fäden ihrer Konvergenz wegen einander viel näher stehen, ein gewisses Wasserquantum also hier von viel mehr Fäden beraubt wird als an der Peripherie. Daraus resultiert aber ein zentrifugaler Zug, den die Fadenenden dem reichen Wasser entgegen erleiden, der mit der treibenden Kraft der Diatomeen identisch ist und der den Fäden longitudinale Spannung verleiht, woraus wieder ihre gestreckte, stabartige Form resultiert. — Ein zweites Resultat liefert die Betrachtung der Fäden I und II. Das Wasser zwischen ihnen wird offenbar von beiden zugleich seines Nährgehaltes beraubt, während jeder Faden auf der Seite, wo sein Nachbar nicht ist, also bei *l* resp. bei *r*, allein absorbierend wirkt. Natürlich wird dann das zwischen den Fäden liegende Wasser viel gründlicher beraubt, viel ärmer werden als das bei *l* und *r*. Daraus folgt aber, daß Kräfte auftreten, die jeden Faden dem benachbarten reicheren Wasser entgegen, d. h. die Fäden von einander treibt. Die Fäden wirken daher, wenn sie einander nahe kommen, scheinbar abstoßend auf einander, d. h. die Fäden werden in (ursprünglich) homogenem Wasser nach allen Seiten gleichmäßig in ziemlich gleichen Winkelabständen ausstrahlen. — Sollte aus irgend einer Ursache jedoch das Wasser an irgend einer Stelle besonders reich sein, dann ist es natürlich, daß die Fäden, welche in den Bereich dieses Konzentrationszentrums des Nährgehaltes fallen, sich diesem Zentrum zu bewegen und dergestalt einen Pinsel bilden werden.

Fig. 14.

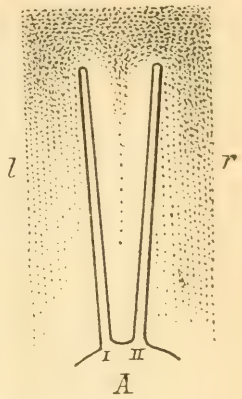


Fig. 13.

Auch die Bildung von Zweigen läßt sich plausibel machen. Wenn nämlich aus irgend einer Ursache an einem Strahle sich eine Stauung bildet, wie bei *c*, so wird der Gipfel der Anschwellung offenbar in reicheres Wasser gelangen als die Nachbarstellen *a* und *b*. Es wird also auch die Überadhäsion und mit ihr die Expansionstendenz einen höheren Grad erreichen, *c* saugt teils wegen dieser größeren Expansion, teils weil es eine Kuppe und nicht ein Cylinder ist, das Protoplasma kräftiger an als *a* und *b*; es

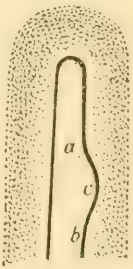


Fig. 15.

entzieht diesen Stellen also Material, d. h. es wächst und verlängert sich auf Kosten des alten Fadens. — Im allgemeinen werden sich aber solche Abzweigungen nicht leicht und nur dann bilden, wenn die Kuppe *c* nicht zu stumpf ist. Wenn nämlich die Anschwellung mehr wulstig ist, dergestalt daß die angeschwollene Stelle etwa einer Spindel gleicht, dann wird die verdickte Stelle ihres größeren Radius wegen mit kleinerer Kraft expandierend, d. h. den Cylinder verdickend wirken; sie wird also der stärkeren saugenden Kraft der benachbarten dünnen Fadenteile nicht widerstehen können und infolgedessen bald wieder verdünnt werden. Der Faden zeigt also im allgemeinen die überraschende Tendenz, sich überall auf gleichem Querschnitte zu erhalten, indem die engeren Teile stets kräftiger sich radial expandieren als die weiteren Teile, was zur Folge hat, daß erstere sich mittels des den letzteren entnommenen Materiales erweitern, letztere aber, weil ihnen Material entzogen wird, verdünnen, wodurch eben die Gleichheit des Querschnittes hergestellt wird.

Fig. 16.

Wenn später der größte Teil der hungrigen Substanz des *A* bereits in die Fäden geschossen ist, wenig hungrige Substanz mehr nachfließt und die Fäden somit aus immer gesättigterer Substanz bestehen, dann hört das Strömen auf, es schwindet die Überadhäsion, und die Fäden beginnen infolge eintretender Unteradhäsion sich einzuziehen. Das Kontraktionsbestreben wird aber (nachdem die Substanz nicht mathematisch homogen ist) stellenweise etwas früher oder etwas stärker auftreten. Wenn aber auf einer Seite eines Fadens die Expansion geschwächt oder gar in Kontraktion verwandelt wird, auf der anderen Seite aber nicht oder in geringerem Grade, dann muß der Faden natürlich sich krümmen. (Über- und Unteradhäsion sind auf der Zeichnung durch + resp. — angezeichnet.) Sobald also die Substanz der Fäden der Sättigung entgegengeht, sind infolge der Ungleichmäßigkeit der Substanz außer der Kontraktion auch Krümmungen zu erwarten. Die Krümmungen führen leicht zu Berührungen, und dann werden voraussichtlich in den Kreuzungen die gesättigten Teile der Fäden in Knoten zusammenlaufen.

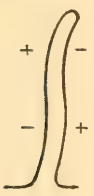


Fig. 17.

Es ist zu erwarten, daß die hungrigen Moleküle oder Partien infolge der starken Adhäsion an das Wasser sich an die Oberfläche drängen und somit die gesättigten Massen einhüllen. Wenn aber einer der obigen Knoten mit hungriger Substanz umhüllt ist, dann wird voraussichtlich dasselbe geschehen, was an der Oberfläche des *A* geschehen ist: es werden nach allen Seiten Fäden ausschießen, wenn auch wenig lang und wenig energisch, vielleicht auch wenig zahlreich, nachdem wenig hungrige Substanz vorhanden ist.

Die Krümmungen, Berührungen, Knotenbildungen, Querstrahlungen müssen die ursprünglich spießartig starrende Fadenmasse bald in ein regelloses Netz umwandeln. Sobald die Substanz aber durchschnittlich Mitteladhäsion hat, wird das Stadium eintreten, das im Anfang des Abschnittes cha-

rakterisiert worden ist: der Saft wird sich indifferent, ohne Bestreben sich zu ändern, wie tot verhalten. Ist dann die Sättigung durchwegs so weit vorgeschritten, daß Unteradhäsion allgemein ist, dann tritt wieder Bewegungstendenz ein, aber eine der anfänglichen entgegengesetzte, das Netz belebt sich gleichsam und zieht sich wieder in eine Kugel zusammen.

Wenn Fäden einen festen Körper berühren, der mit Nährstoffen durchtränkt ist, wird an diesem die Überadhäsion noch bedeutend stärker sein als am Wasser, da hier (am festen Körper) die anziehenden Nährstoffe weit konzentrierter vorhanden sind. Ganz konform der in einem früheren Abschnitte gegebenen Theorie des Fressens von Schleimtieren wird die Fadensubstanz die Beute umhüllen, umfließen. Da jetzt die Sättigung sehr schnell erfolgt, werden die Fäden, die zwischen *A* und der Beute sich befinden, sehr bald die Überadhäsion ans Wasser verlieren, sich krümmen und kontrahieren, wodurch natürlich die Beute dem *A* zugeführt wird.

Es ist offenbar, daß das eben entrollte Bild des hypothetischen Körpers *A* den Rhizopoden sozusagen auf den Leib geschnitten ist. Es ist aber auch wohl klar, daß der Theorie nirgends Zwang angethan worden ist.

Wenn eine Theorie zu Konsequenzen führt, die den Thatsachen so außerordentlich analog sind, wie wir es hier gefunden haben, dann dürfen wir wohl hoffen, daß die Theorie im wesentlichen wirklich die richtigen Ursachen der Erscheinungen getroffen hat. Wir dürfen somit hypothetisch den Satz aufstellen:

Die Fadenstrahlung der Rhizopoden ist ein Akt der Ernährung oder Atmung. Die Fadenbildung ist eine Folge des Umstandes, daß die Adhäsion größer ist als das arithmetische Mittel der Kohäsionen des Wassers und des Protoplasmas.

c) Wir haben gesehen, welche auffallenden Erscheinungen aus den eigentümlichen geometrischen Relationen des Cylinders sowie der Kuppe folgen. Es wäre schade, einige hierher gehörige Gedanken außer acht zu lassen. — Denken wir uns einen dünnen Faden von Eiweißstoffen, etwa wie die Fäden der Quallen; stellen wir über deren Bau die einzige Hypothese auf, daß die inneren, die Achse bildenden Teile weniger quellungsfähig sind als die äußeren, gleichsam die Rinde bildenden Teile; lassen wir den Faden Quellwasser aufnehmen und beachten wir, was erfolgen muß. Die Rindenteile werden der Voraussetzung nach stärker quellen als die Achsenteile; nach außen kann die Rinde wohl frei quellen; parallel der Mantelfläche ist dies aber nicht der Fall, weil die Achse sich nicht entsprechend verlängert und verdickt hat, und die Rinde zeigt darum Expansionstendenz, geradeso wie sie auch durch Überadhäsion verursacht wird. Nun haben wir gesehen, daß eine allseits gleiche Oberflächenexpansion einer Cylinderfläche eine longitudinale Spannung verursacht, die zweimal so stark ist als die verursachte radiale (axifugale) Spannung. Wenn aber die Achse zweimal stärker in die Länge als in die Dicke gezogen wird, dann wird sie offenbar sich verlängern und verdünnen. Wir haben also das gewiß überraschende Resultat: Wenn ein

protoplasmatischer Faden, dessen Achse weniger quellungsfähig ist als die Oberflächenteile, Quellwasser aufnimmt, dann verlängert und verdünnt er sich. — Genau das Gegenteil tritt ein, wenn die Achse stärker quillt als die Rinde; denn dann wird die Rinde kontrahiert; Kontraktionstendenz in dem Mantel eines Cylinders schiebt aber die Achse ihrer Länge nach doppelt so stark zusammen als an den Seiten; es resultiert also Verdickung und Verkürzung des Fadens. Wir können also sagen: Ein protoplasmatischer Faden wird sich also energisch verlängern oder verkürzen, je nachdem die Rindenteile oder die Achsenteile stärker quellen. Was hierbei auffällt, ist vor allem der Umstand, daß hier von Organisation, von Fasern, von Muskulatur, von polarischer Struktur, von Molekularkräften gar keine Rede ist, und lediglich Quellung als fadenbildende Kraft erscheint, obgleich man von ihr doch gerade das Gegenteil, nämlich Abkugelung erwarten sollte.

Noch weit überraschender ist ein anderes Resultat, welches sich auf Verhältnisse der Pflanzen bezieht. Denken wir uns einen Cylinder aus homogenem, allseitig gleichmäßig entwickeltem Zellgewebe und stellen wir die einzige Hypothese auf, daß das Wachstum durch die Nähe zur Oberfläche befördert wird, d. h. daß unter sonst gleichen Umständen die äußeren, gleichsam den Mantel oder die Rinde bildenden Zellenpartien schneller wachsen, mehr Stoffe aufnehmen als die axialen Teile. Dann werden wie im Falle der Überadhäsion oder der Quellung auch hier die Rindenteile, indem sie sich allseitig gleichmäßig auszudehnen streben, in den Achsenteilen eine Längsspannung verursachen, die zweimal so stark ist als der axifugale Zug, den sie verursachen, indem sie sich ausdehnen wollen. Wenn wir nun den Satz anwenden, daß Druck das Wachstum hindert, Zug es aber vermehrt, so finden wir, daß die Achsenteile, obwohl sie durch ihre Entfernung von der Oberfläche in Nachteil gesetzt sind, dennoch anderseits im Wachstum gefördert werden, da sie sowohl longitudinal, als axifugal gezogen werden. Da aber der longitudinale Zug doppelt so stark ist als der axifugale, so folgt daraus, daß die Achsenteile in die Länge doppelt so schnell (oder doch viel schneller) wachsen als im Querschnitt, und das Wachstum des Mantels hält natürlich mit dem des Kernes gleichen Schritt, da der Mantel, wenn er in einer Richtung »Luft« bekommt, sofort in dieser Richtung entsprechend nachwächst. Das Dicken- und das Längenwachstum verhalten sich dann etwa wie zwei Kapitale, von denen das eine zu $5\,\%$, das andere zu $2 \times 5\,\% = 10\,\%$ auf Zinseszins angelegt ist. Die Rechnung zeigt dann, daß hier im Verhältnis zum Dickenwachstum das Längenwachstum ein erstaunlich rasches ist. — Unsere Druckformeln für Cylinder haben gezeigt, daß beide Züge, der verlängernde sowohl als der verdickende, um so stärker sind, je dünner der Cylinder ist. Wenn sich also der Cylinder nach oben verjüngt, dann wird in den oberen, dünneren Teilen das Wachstum ein viel rascheres sein als in den unteren dickeren Teilen, d. h. das Wachstum wird vorwiegend ein Endwachstum sein. Die Formeln haben aber auch gezeigt, daß der zentrifugale (also zur Oberfläche senkrechte) Zug, den eine Kuppe ausübt, doppelt so stark ist als der von einem Cylinder ausgeübte entsprechende (axifugale) Zug.

Wenn also unser Cylinder in eine stumpfe Spitze endet, d. h. wenn unser Cylinder mit der Form eines Vegetationskegels endet, dann wird dort das Wachstum das allerschnellste sein; es wird also Spitzenwachstum statthaben. — Es läßt sich zeigen, daß die Endkuppe sich nie abstumpfen wird. Wenn sie nämlich auch einmal angeschwollen sein sollte, so wird in der Praxis dennoch die Krümmung nie eine vollkommen gleichmäßige sein können; und wo der geringste Bruch sich findet, wird der Kegel sofort in der alten Schärfe vorspringen. — Der Kegel wird sich aber auch nicht über ein bestimmtes Maß zuspitzen können. Denn das Längenwachstum überwiegt nur unter der Bedingung, daß die Achsenteile langsamer wachsen als die äußeren Teile, weil sich offenbar keine Spannungen herstellen können, wo alles gleichmäßig wächst. Wenn aber die Spitze zu dünn wird, sind auch die Achsenteile noch so nahe zur Oberfläche, daß sie nicht merklich langsamer wachsen als die Oberflächenteile; es entstehen dann also keine Spannungen; das Längenwachstum wiegt nicht mehr vor; die Spitze wächst allseitig gleichmäßig, d. h. sie wird sich kugelig verdicken und ihre alte Stumpfheit wieder erhalten. — Wenn wir voraussetzen, daß die Nährstoffe vorzugsweise in der Achse zirkulieren, dann wird es wahrscheinlich, daß der wachsende Cylinder ganz gerade wächst, und selbst wo eine Krümmung vorkommen sollte, sich bald wieder gerade streckt. An der Achse ll' diffundieren nämlich die Nährstoffe offenbar nach rechts und nach links gleich leicht. Die nach links diffundierenden müssen aber den langen konvexen Bogen bc ernähren, während die nach rechts diffundierenden nur den kürzeren konkaven Bogen $b'c'$ zu ernähren haben. Letzterer wird also reichlicher gespeist als ersterer; er wächst also auch schneller in die Länge; dann wird er aber bald so lange werden wie bc; dann aber ist der Cylinder wieder gerade geworden und die Krümmung behoben. — Wenn wir in Übereinstimmung mit früheren Hypothesen voraussetzen, daß sich die verschiedenen Säfte der Pflanze durch Diffusion nicht völlig scheiden, und daß die das Material zum Wachstum liefernden Nährsäfte spezifisch etwas schwerer sind als andere Säfte, dann folgt daraus, daß der Cylinder der Schwerkraft entgegen senkrecht nach oben wachsen wird, und selbst dann sich noch oben krümmt, wenn er gewaltsam niedergebogen worden ist. Denn dann werden die obigen Säfte ihre Bahn stets nach der überhängenden Seite, also in der Zeichnung nach rechts, verschieben; diese Seite wird besser genährt; sie wächst schneller in die Länge; sie verursacht eine Krümmung, oder besser gesagt Streckung, durch welche der obere Cylinderteil in die Vertikale gebracht wird. — Umgekehrt wird ein Pflanzenteil immer senkrecht nach unten streben, wenn die betreffenden Nährstoffe spezifisch leicht sind und sich folglich stets nach der oberen Seite wenden und deren Wachstum befördern.

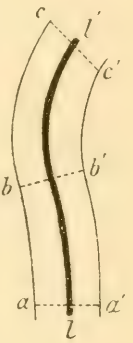


Fig. 18.

Fig. 19.

Aus dieser kleinen Skizze ist es wohl klar, daß unsere ureinfachen Hypothesen, die sich durchwegs in den allergewöhnlichsten Geleisen bewegen, eine erstaunliche Fülle von Erscheinungen zur Folge haben, welche die frappantesten Analogien mit bekannten Thatsachen bieten.

An die Erörterung, welche die Divergenz der Rhizopodien erklären sollte, schließt sich eine Auffassung an, welche eine Erscheinung zur Folge hat, welche eine überraschende Ähnlichkeit mit der Drüsenbildung hat. Was in der Zeichnung (Fig. 13) die Rhizopodien I und II vorstellt, soll nun zwei Kanäle im Inneren eines Tierkörpers bedeuten, die nach A, d. i. nach außen führen. Im Körper soll sich ein Produkt bilden, das dessen Substanz durchtränkt und das irgendwie, etwa durch die in einem früheren Abschnitte (Seite 192) besprochene ausscheidende Kraft der Oberflächenhaut oder durch Diffusion, wenn es sich um Gase handelt, aus der Körpersubstanz in die Kanäle ausgeschieden wird. Dann wird in die Endkuppen der Kanäle viel mehr Sekret gelangen als in die Cylinderteile, weil die Endkuppe das Sekret aus einer ganzen Halbkugel $a\,a''\,a'$ erhält, während beispielsweise das ebensogroße Cylinderstück γ das Sekret nur aus der Scheibe $cb—c'b'$ aufnimmt. Es verhält sich hier etwa wie mit einem Brunnenstollen: an seinem Ende wird per dm^2 der Wandfläche das meiste Wasser einsickern. Stellen wir nun die Hypothese auf, daß der Durchgang von Sekret durch die Kanalwand die Zersetzung derselben fördert. Dann wird die Wand des Endstückes α ungleich schneller zersetzt als die Wand eines Cylinderstückes; der Kanal wird sich also ungleich schneller verlängern als erweitern. Nun läßt sich zeigen, daß die Erweiterung eines weiteren Kanals viel langsamer vor sich gehen muß als die eines engen Kanales. Denn wenn man ein gleich großes Wandstück eines weiten und eines engen Kanales nimmt, und betrachtet das Volumen, dem es sein Sekret entnimmt, so ist dies bei einem engen Kanale ungleich größer. Es werden also rasch enge Kanäle den Körper durchschießen, die sich wenig erweitern. Diese Kanäle werden sich wahrscheinlich verzweigen; denn sobald an irgend einer Stelle eines Kanales sich eine kleine Unregelmäßigkeit, eine Ausstülpung bildet, wie in Fig. 20, so wird diese sofort reichlicher gespeist als die Nachbarwandstücke, und wird somit vorschießen und einen Zweig bilden. — Zwei Kanäle werden wahrscheinlich nie, indem sie sich begegnen, sich vereinen, denn jeder Kanal ist mit einer sekretarmen Scheide umgeben (da sie ihr Sekret schon teilweise in den Kanal abgegeben hat), und sobald ein Kanal sich der Scheide eines anderen Kanals nähert, erhält er von dieser Seite her verschwindend wenig Sekret, an dieser Seite erfolgt keine Zersetzung und der Kanal wird folglich auch nach dieser Seite nicht weiter vor-

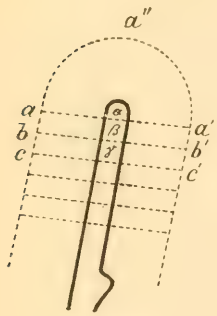


Fig. 20.

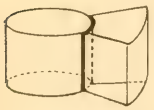


Fig. 20a.

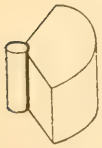


Fig. 20b.

dringen; die Kanäle stoßen sich wie Rhizopodien scheinbar ab. — Je mehr das Kanalsystem sich entwickelt, um so größer wird seine Gesamtwandfläche, und da der Körper doch nur eine bestimmte Menge Sekret per Tag liefert, so entfällt auf jeden mm^2 Wandfläche immer weniger Sekret. Endlich ist die Sekretion per mm^2 der Wandfläche so gering, daß sie auf die Wände nicht mehr zerstörend wirken kann; dann hört die weitere Kanalbildung auf. Nur die Endkuppen werden sich eine kurze Zeit erweitern können und werden kugelig anschwellen. — Da jede Kuppenwand an der Seite am stärksten zerstört wird, wo sie das meiste Sekret erhält, so werden die Kanäle offenbar den sekretreichsten Stellen entgegenwachsen, als würden sie von ihnen angezogen. Wenn also die Adern das Sekret liefern, so werden die Kanäle die Adern umspinnen.

Wir wollen abbrechen. Es läßt sich nicht im entferntesten behaupten, es wären in obigen Gedanken die analogen Erscheinungen der Lebewelt erklärt. Es sollte nur an einigen relativ sehr einfachen Entwickelungen gezeigt werden, welche ungeahnte Fülle von Erklärungsmomenten in den einfachsten Hypothesen, denen man auf allen Gassen der Wissenschaft begegnet, enthalten liegt. Ich glaube diese Gedanken veröffentlichen zu dürfen, weil mir nicht bekannt ist, daß diese Konsequenzen auch wirklich bereits gezogen worden wären. Sie haben insofern Wert, als sie wenigstens Vergleichspunkte liefern. Unsere Entwickelungen sind in sich wohl richtig, denn sie sind mathematische Konsequenzen unserer Hypothesen. Wenn nun die Thatsachen mit den Hypothesen nicht stimmen sollten, so wußten wir wenigstens, daß speziell diese Hypothesen nicht genügen, und wir wußten, wo wir nicht suchen dürfen. Stimmen jedoch die Thatsachen, so gewinnen die Hypothesen an Wahrscheinlichkeit.

6. Die Zirkulation des Protoplasmas.

Den fesselnden Eindruck, den im Tierreich die Fadenstrahlung der Rhizopoden macht, macht im Pflanzenreich die Zirkulation des Protoplasmas in lebenden Zellen. Die wunderbare Fülle von Konsequenzen, die in der Theorie der Kapillarität schlummert, offenbart sich auch darin, daß sie auch diese physiologische Erscheinung so hell beleuchtet, daß wir die Empfindung haben, auf der richtigen Fährte zu sein.

Die in Rede stehende Erscheinung beschreibt Sachs folgendermaßen: »In jüngeren Zellen, wo das Protoplasma noch eine dickere Schicht bildet, scheint seine Substanz (vielleicht mit Ausnahme der äußersten an der Zellhaut liegenden Schicht) immer in strömender Bewegung begriffen zu sein, die aber gewöhnlich sehr langsam ist . . . . . Der einen großen Saftraum umschließende Protoplasmakörper kann auch netzartig verteilte, leistenförmige Hervorragungen besitzen, deren Substanz nach verschiedenen Richtungen hin strömt. Hierbei kann der Zellkern relativ ruhen und gewissermaßen das Zentrum der Bewegung bilden, oder er wird mitfortgeführt . . . . Die strömenden Protoplasmastränge können aber auch den Saftraum der Zelle durchsetzen. Nicht selten ist der Zellkern alsdann in der Mitte desselben gelegen und von einem Protoplasmaklumpen umhüllt; die Stromfäden verbinden diesen mit dem die

Zellhaut auskleidenden Protoplasmasacke . . . . Außerdem treten aber auch neue Stränge auf, indem sich leistenförmige Partien aus dem peripherischen Plasma oder selbst an dicken Strängen erheben und sich endlich ablösen, wobei gleich anfangs beide Enden des neuen Stranges mit dem übrigen Protoplasmakörper verbunden sind und bleiben. Ebenso verschwinden einzelne Fäden, indem sie, beide Enden in Verbindung mit dem übrigen System behaltend, mit anderen Portionen des Protoplasmakörpers verschmelzen. Die Stränge bilden mit den kernhaltigen zentralen und den die Zellwand auskleidenden Protoplasmamassen ein zusammenhängendes System, dessen einzelne Partien sich gegen einander verschieben können.« »Während der Bewegung,« sagt Hanstein, »sind und bleiben die Plasmabänder sehr straff gespannt, so daß die Kernhülle von denselben zu scharfen Ecken ausgezogen wird. Es sieht aus, als werde der Kern wie ein Fahrzeug zwischen rings gespannten Tauen herumbugsiert. Indem aber während dieses Bugsierens die Bänder selbst ihre Richtung und Gestalt wechseln, muß selbstverständlich die Kernhülle, sofern jene aus dieser entspringen, ihre Form ebenfalls ändern.«

Wir wollen wieder, wie bisher immer, ein ideelles Gebilde, hier also eine ideelle Zelle nehmen, über die Kräfte und Stoffe einige Fundamentalannahmen machen, und daraus dann aprioristische Konsequenzen ableiten. Wir werden wieder eine überraschende Übereinstimmung mit den Thatsachen finden. Wir haben dem vorliegenden Abschnitte in früheren Teilen bereits stark vorgearbeitet; der leitende Gedanke ist wieder wie bei einer früheren Gelegenheit, daß die Zirkulation des Protoplasmas eine Transporterscheinung ist, gleich der Zirkulation des Blutes. Wir wollen speziell voraussetzen, daß Sauerstoff, O (wir könnten ebensogut jeden anderen Namen wählen) an der ganzen Zellwand eindringt (wir könnten ebensogut voraussetzen, daß er nur an einer einzigen Wand oder nur an einer einzigen Stelle eindringt) und durch das zirkulierende Protoplasma dem Sauerstoff konsumierenden Kerne zugeführt wird. Wir könnten auch ganz andere Spezialisationen einführen, z. B. daß umgekehrt der Zellkern einen Stoff produziert, der den Wänden zugeführt wird, und auch diese Annahme ließe sich vielseitig ausbeuten; wir können auch voraussetzen, daß der Transport von einer Wandstelle zu einer andern erfolgt etc. Wir würden dadurch andere Typen der Zirkulation erhalten, aber das Wesen der Erscheinungen bliebe dasselbe. Wir wollen bei den zuerst gewählten Hypothesen bleiben. Auf Grund früherer Entwickelungen können wir dann folgende Konsequenzen aussprechen. Das Protoplasma wird zweierlei Ströme zeigen; sauerstoffreiche oder kurz reiche Ströme, die von der Wand abströmend am Kern anströmen, und sauerstoffarme oder kurz arme Ströme, die vom Kern ab an die Wand anströmen. Beiderlei Ströme werden wohl geradlinig sein, denn die Strömungsursache liegt im Anströmungspunkte, wo das betreffende Protoplasma angesaugt wird, der Zug aber Spannung, die Spannung Geradlinigkeit mit sich bringt. Die reichen und armen Ströme werden nicht gesonderte Gruppen bilden (z. B. rechts lauter reiche, links lauter arme Ströme), sondern vermischt erscheinen, denn um jede Anströmungsstelle eines armen Stromes an der Wand bildet sich eine Ansammlung von reichem Protoplasma

und umgekehrt bildet das vom Kern desoxydierte Protoplasma sich rings um die Anströmungsstellen des reichen Protoplasmas. Jede Art von Strömen findet also ihr Material, also auch ihren Ursprung in der Nähe des Kopfpunktes der Ströme entgegengesetzter Art. — Wenn wir voraussetzen, daß die Wand von außen viel langsamer Sauerstoff erhält, als sie ihn an den Anströmungspunkten der armen Ströme an dieselben verliert, dann müssen diese Kopfpunkte an der Wand wandern, weil sie die Stirnfläche der Wand (den Anströmungspunkt) erschöpfen, wodurch an dieser Stelle die Bewegungsursache eliminiert wird, während sie an den benachbarten, noch reichen Stellen noch weiter wirksam bleibt.

Wir haben bis jetzt vorausgesetzt, daß die Zelle durch und durch mit Protoplasma erfüllt ist; nun wollen wir den Fall behandeln, daß das Protoplasma nur die Wand auskleidet. Hierbei werden wir die alte Hypothese anwenden, daß zwischen zweierlei Protoplasma die Adhäsion eine reduzierte ist, genau gesagt, daß sie unter dem Mittel der beiden Kohäsionen liegt. Wenn also die Kohäsionen gleich sind, dann ist die Adhäsion kleiner als beide Kohäsionen. Für diese Hypothese läßt sich der Zellkern ins Feld führen. Derselbe ist doch wohl nur differenziertes Protoplasma und dennoch ist seine Adhäsion offenbar Unteradhäsion; denn die Kontaktschicht zwischen Kern und Protoplasma zeigt Kontraktionstendenz, die sich dadurch verrät, daß der Kern, wo er frei ist, Kugelgestalt annimmt. Wir gewinnen durch diese Hypothese den Vorteil, daß die armen Ströme in reicherem Protoplasma sich isolieren, etwa als wenn sie in freier Luft gespannt wären, oder als wären Ölfäden in Wasser gespannt, oder sie werden (um nicht allzu grell zu sprechen) von schwach adhärierendem reichem Protoplasma nur in beschränktem Maße beeinflußt; ebenso bilden die reichen Ströme dann in ärmerem Protoplasma verhältnismäßig freie, wenig beeinflußte Fäden. — Der Kern soll durch die Sauerstoffaufnahme im Wachstum gefördert werden, und zwar in solchem Maße, daß er stets befähigt wird, noch mehr Protoplasma zu desoxydieren, als ihm momentan zuströmt. — Lassen wir nun den Kern K in einer Ecke der Zelle liegen. Er wird dann dort bald alles Protoplasma desoxydiert haben, dasselbe also schwach anziehen. Dieses arme Protoplasma (es ist in der Zeichnung schraffiert) wird aber von der Wand stark angezogen, es wird darum bei S an der Wand anströmen und an derselben in der Richtung der Pfeile hinströmend sich allmählich wieder oxydieren; hierdurch wird dieser Wandwinkel aber bald erschöpft, der Anstrom wird sich wie eventuell ein Plasmodium, wenn auf zwei entgegengesetzten Seiten sich reicher Boden befindet, in zwei Ströme spalten, und bald werden die eigentlichen Anströmungsstellen an der Wand bei d und a liegen. Das Protoplasma auf der rechten Seite der Zelle ist indes längst vollauf mit Sauerstoff beladen, und es wird bei a und c durch das anströmende Hungerprotoplasma von der Zellwand immer mehr abgehoben und ins Innere gedrängt.

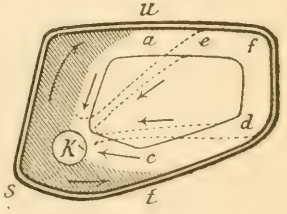


Fig. 21.

Ursprünglich wurde es von *b* und *c* her an den Kern *K* angesaugt, wie die Pfeile im lichten (reichen) Protoplsama andeuten. Die Bahnen dieses Protoplasmas sind dann aber geknickt, denn die eine Bahn ist *a b K*, die andere *d c K*. Da aber die Ströme infolge des Ansaugens des Kernes gespannt sind, also wie gespannte Seile geradlinig verlaufen wollen, und sie laut einer der obigen Hypothesen am schraffiert gezeichneten, armen Protoplasma nur schwach adhärieren, so werden sie sich erst von demselben leistenartig abheben, später sogar losreißen und in den Richtungen *c K* und *d K* frei durch den Zellenraum sich spannen. Da aber das Ansaugen zwischen Kern und reichem Protoplasma ein wechselseitiges ist, so haben wir nun zwei Kräfte, die den Kern aus dem Winkel gegen das Zentrum ziehen. Aber auch das Hungerprotoplasma wird aus dem Winkel hinaus nach *u* und *t* gezogen und zieht vermöge seiner Zähigkeit den Kern nach denselben Richtungen, deren Resultante ebenfalls dem Zentrum zugewendet ist. Die Folge dieser kombinierten Züge wird sein, daß der Kern thatsächlich nach dem Zentrum wandert. Über den weiteren Verlauf der Erscheinungen läßt sich nicht gut etwas Bestimmtes sagen, und auch bisher ist offenbar die Annahme, daß gerade zwei und nicht drei oder ein Protoplasmafaden sich bilden werden und daß der Strom des armen Protoplasmas sich gerade in zwei Ströme spalten wird, rein willkürlich. Es galt aber auch nur das Prinzip an einem möglichst konkreten Beispiele zu erläutern, und dieses Prinzip besteht darin, daß das reiche Protoplasma aus immer größeren Entfernungen angesaugt wird und der Strom sich endlich seiner geringen Adhäsion wegen vom übrigen Protoplasma erst abhebt, dann ablöst und einen freien Faden bildet, oder wenn man das Umgekehrte will, daß das arme Protoplasma nach immer ferneren Teilen gesaugt wird (in der Zeichnung nach *u* und *t*) und daß dies natürlich ebenso zu Abhebung und Ablösung des Fadens führen kann. — Es ist oben bereits gezeigt worden, daß die zwei Arten von Strömen sich bald mischen werden. Es läßt sich nun auch leicht zeigen, daß die Fäden, falls die Wand von außen überall gleich reichlich mit Sauerstoff gespeist wird, auf allen Seiten der Zelle gleich dicht vorhanden sein werden. Denn wären sie beispielsweise in der rechten Hälfte dichter, dann würde die rechte Hälfte auch viel schneller und folglich viel gründlicher ihres Sauerstoffes beraubt als die linke, dann müßten aber die Köpfe der armen Ströme an der Wand sich bald nach der reicheren linken Hälfte verschieben und dadurch würde die Gleichmäßigkeit in der Verteilung der Fäden wieder hergestellt. — Es läßt sich zeigen, daß bei gleichmäßiger Verteilung der Fäden über die Wand der Zellkern stets ungefähr in der Mitte der Zelle sich befinden wird. Wenn der Kern beispielsweise nach rechts verschoben ist, sind offenbar mehr Fäden vorhanden, die nach links ziehen (es sind in der Zeichnung deren sechs), als solche, die nach rechts wirken (deren zeigt die Zeichnung nur vier). Effektiv wird also der Kern nach links gezogen, d. i. gegen das Zentrum.

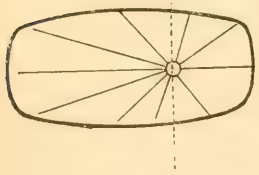


Fig. 22.

Im allgemeinen liefert immer die größere Hälfte mehr Fäden und die Resultante ist darum gegen die größere Hälfte, d. i. gegen das Zentrum gekehrt. — Wenn die Zellwand nicht überall gleichmäßig von außen Sauerstoff erhält, dann werden die Köpfe der armen Ströme stets gegen die reichsten Stellen gravitieren; daraus resultiert aber ein verstärkter Zug gegen diese Stelle, den der Kern erleidet; dieser wird also stets der am besten genährten Zellwand zuwandern. — An Stellen, wo das Protoplasma nicht gesättigt und auch nicht von großen Strömen bewegt ist, werden sich vom Kern unabhängige Strömungen bilden, wie wir sie bei Plasmodien betrachtet haben. Dann entsteht aber bei *c*, von wo das Protoplasma anströmt, eine Einsenkung (*w w* stellt die Wand der Zelle vor, *p p* ist die innere Grenze des Protoplasmas), während bei *a* und *b*, wohin das Protoplasma abgeströmt ist, ein Wall sich bildet, oder mit anderen Worten, für das Auge scheint die innere Oberfläche des Protoplasmas in wogender, flutender Bewegung zu sein, indem die Protoplasmaschicht dort, wo sie hungriger ist, einsinkt, sich verdünnt, während sie dort, wohin sie abgeflossen ist, Stauung verursacht. — Es wird nicht überflüssig sein zu bemerken, daß die Fadenbildung wahrscheinlich nur dann stattfindet, wenn der Kern so groß ist, daß das Protoplasma an mehreren Stellen von verschiedenen Seiten gleichzeitig anströmt, so daß die Züge parallel der Wand einander annähernd paralysieren und vorwiegend eine dem Zentrum zugewendete Resultante sich ergibt, wie wir auch angenommen haben; denn wenn nur Eine Anströmungsstelle am Kern vorhanden ist, dann wird voraussichtlich der Kern der ansaugenden Wirkung derselben folgend gleich einer Diatomee einfach in der Zelle umherwandern.

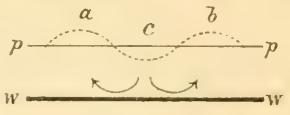


Fig. 23.

7. Cilien.

Die Cilien sind bekanntlich überaus kleine Fädchen von protoplasmatischer Substanz, welche Oberflächenteile von Tieren zumeist pelzartig überziehen. Sie sind bei den niederen Tieren von höchster Bedeutung, da die Infusorien, die Strudelwürmer, die Rädertiere sich fast ausschließlich mit Hilfe ihrer Cilien fortbewegen. Jedes Härchen führt fort und fort Pendelschwingungen derart aus, daß die Spitze einen Kreis beschreibt. Eine Organisation, einen Aufbau in den Cilien zu entdecken, der diese Schwingungen etwa derart vermittelte, wie die Bewegungen unserer Arme durch Knochen, Muskeln, Nerven und Blut vermittelt werden, ist bis heute noch nicht gelungen. Es ist auch nicht wahrscheinlich, daß solche überhaupt bestehen, denn bei der ziemlich bekannten Größe der Moleküle und der außerordentlichen Kleinheit der Cilien wäre eine Organisation derselben schwer möglich; die Moleküle sind zu groß, die Cilien zu klein. Unsere vielverwendeten Hypothesen erlauben auch für die Cilienbewegung eine Erklärung hinzustellen, welche keinerlei Organisation in den Cilien voraussetzt und welche auch die Beobachtungsthatsache zu motivieren geeignet ist, daß die Cilien der Infusorien nicht Oberflächenhautgebilde, sondern vielmehr die Haut durchdringende direkte Fort-

sätze des Körperinneren sind. Hier soll nur Eine Erklärungsart mitgeteilt werden; es wäre aber nicht schwer, deren mehrere zu bieten.

Fig. 24 stellt eine Cilie dar, deren Spitze den Kreis Ost-Nord-West-Süd-Ost im Wasser beschreibt. Fig. 25 stellt den Querschnitt derselben Cilie verdickt in den vier Stellungen in O., N., W. und S dar. Diejenige Seite der Cilie, die sich direkt dem Wasser entgegenbewegt, ist als vordere mit v, die entgegengesetzte als hintere mit h, die äußere als rechte mit r, die innere als linke mit l bezeichnet. Die Punktierung des Querschnittes gibt an, wie viel Sauerstoff die betreffende Seite aus dem Wasser aufgenommen hat (denn auch von den Cilien setzen wir voraus, daß sie aus dem Wasser unter den bekannten Verhältnissen Oxygen aufnehmen). Die vordere Seite v (in N) ist eben im Begriff, Sauerstoff aufzunehmen; nach einer Vierteldrehung ist dieselbe aber (in W) zur rechten (äußeren) Seite geworden und ist dann am reichlichsten ge-

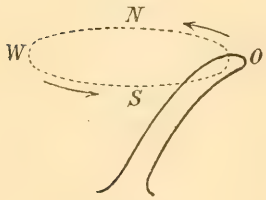


Fig. 24.

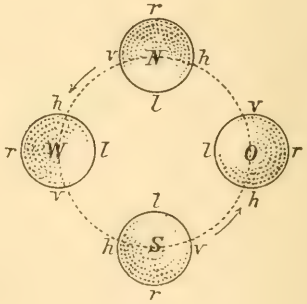


Fig. 25.

sättigt; nach abermals einer Vierteldrehung (in S) ist dieselbe Seite zur hinteren geworden, die von Wasser umspült wird, das bereits an v und r seinen Sauerstoff abgegeben hat, das also h nicht mehr nährt, während aber h gleichzeitig durch Diffusion an das Innere des Tieres seinen Sauerstoff verliert; nach abermals einer Vierteldrehung (in O) ist die westliche Seite zur linken geworden und ist am sauerstoffärmsten; abermals nach einer Vierteldrehung ist die westliche Seite wieder zur vorderen geworden und sättigt sich wieder. Wir sehen aus dieser Überlegung, daß stets die innere oder linke (vielleicht die linke vordere) Seite die hungrigste, die äußere oder rechte dagegen stets die gesättigteste ist. Nun wissen wir aber, daß die Kontraktionstendenz der Oberfläche stets an der gesättigtesten Oberfläche die stärkste ist, weil dort die Adhäsion den geringsten Grad erreicht, während die Kontraktionstendenz der Oberflächenhaut an der hungrigsten Oberfläche die geringste ist, eventuell in Expansionstendenz übergeht, weil dort die Adhäsion am stärksten ist. Daraus folgt aber für unseren Fall, daß an der Cilie sich stets die äußere Seite stärker kontrahiert als die innere, was aber wieder zur Folge hat, daß die Cilie sich stets nach außen krümmen muß, wie auch die Zeichnung zeigt. Daß aber gleichzeitig die Cilie konstant nach vorne sich bewegt,

folgt aus demselben Prinzipe, das wir bei den Diatomeen behandelt und bei den Rhizopoden angewendet haben. Die Zeichnung zeigt den Querschnitt der Cilie. Das Wasser fließt während der Bewegung von v über r und gibt hierbei konstant seinen Sauerstoff an die Cilie ab. Ein beliebiges Molekül in der Cilie findet dann in der v zugewendeten Hälfte des in seine Attraktionssphäre fallenden Wassers mehr Oxygen als in der r zugewendeten; erstere Hälfte wird darum auch kräftiger angezogen, und die Folge ist, daß das Wasser durch m wie durch jedes andere Molekül der Cilienoberfläche effektiv von v gegen r bewegt und in Strömung versetzt wird. Anderseits wird aber auch m sowohl als n nicht in der Richtung eines Radius des Querschnittes der Cilie, sondern mehr gegen vorne gezogen, und die Folge hiervon ist, daß die Cilie effektiv ebenso stark durch das Wasser nach vorne wie das Wasser durch die Cilie nach hinten gezogen wird. Wir haben somit die Kräfte gefunden. Die erste erhält die Cilie konstant nach außen gebogen; die zweite treibt die Cilie konstant im Kreise vorwärts; die dritte zieht das Wasser konstant der Cilie entgegen. Die interessanteste ist wohl die letzte, denn sie zeigt, daß nach unserer Theorie es nicht die schaufelnde und rudernde Bewegung der Cilien ist, was das Wasser bewegt, sondern dieselbe Kraft, die in den Zellen das Strömen des Protoplasmas verursacht. Die Schwingungen der Cilien würden hiernach nur insofern das Strömen des Wassers fördern, als durch den fortwährenden Platzwechsel die Cilie mit ungleich mehr Wasser in Berührung kommt, als wenn sie ruhte, und somit auch mehr Sauerstoff aufnimmt. Für diese Auffassung spricht der Augenschein, namentlich wenn man die Wimperarbeit von Rädertieren beobachtet. Die verursachte Strömung ist so außerordentlich kräftig, daß es mir schwer wird zu denken, daß sie lediglich durch das Schaufeln der Wimpern verursacht wird.

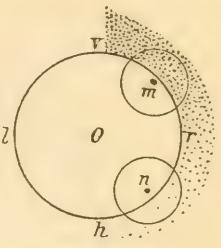


Fig. 26.

Schlussbemerkungen.

Wir haben hiermit eine Reihe scheinbar völlig heterogener Erscheinungen der Tier- und Pflanzenwelt unter einem gemeinsamen Gesichtspunkte betrachtet. Die Hypothesen, auf die wir uns gestützt haben, waren immer dieselben: Das Protoplasma kennt einen Hunger- und einen Sättigungszustand; die Adhäsion gegen einen äußeren Körper wächst mit dem Hunger des Protoplasmas und dem Nährgehalt jenes Körpers; differente Protoplasmen haben reduzierte Adhäsion. Die ganze Mannigfaltigkeit der aus den Hypothesen abgeleiteten Erscheinungen war dadurch bedingt, daß die in Rede kommenden Stoffe bald fest (Zellwand, Nährboden), bald schleimig (Protoplasma), bald flüssig (Wasser) waren; daß die Geschwindigkeit der Diffusion in verschiedenen Fällen einen verschiedenen Wert hatte; daß die Adhäsion zweier Flüssigkeiten bald über, bald unter dem Mittel der Kohäsionen der Flüssigkeiten lag. Die große Einfachheit

und die völlige Gleichheit in den Grundlagen der Erklärungen so heterogener Erscheinungen ist ein wohl ins Gewicht fallender Grund dafür, diese so vieles erklärende Basis für ziemlich richtig zu halten. Wird doch der Wert jeder Theorie danach taxiert, wie wenig sie voraussetzt und wie viel sie erklärt.

Es ist keine leichte Aufgabe, die Ergebnisse subtiler mathematischer Unterscheidungen und Untersuchungen in unmathematischer Form zur Anschauung zu bringen, und der Schreiber dieser Zeilen ist ernstlich besorgt, daß der Versuch nur recht unvollständig gelungen sei. Vielleicht lohnt aber das Licht, das durch die Darstellungen auf so rätselhafte, so komplizierte und so divergente Erscheinungen geworfen wird, für die Mühe, die sich der Leser mit der Aneignung so überaus ungewöhnlicher Gedankenketten gegeben hat. Möge an diesen Ketten noch lange geschmiedet werden.

Welchen Wert hätte es, wenn sich unsere Argumentationen als richtig erwiesen? Zunächst allerdings den, daß in so vielen Fällen das drückende Gefühl, vor einer unerklärten Thatsache zu stehen, uns aus der Brust genommen würde. Wichtiger aber wäre der Umstand, daß die Frage des Lebens für uns in noch tiefere Tiefen zurückgeworfen würde, als sie schon heute liegt, denn würden dann angesichts unserer Erörterungen die Begriffe Kontraktilität, Reizbarkeit, Spontaneität etc. ihre Geltung als Kriterien des Lebens noch im heutigen Umfange behaupten können? Müssen wir nicht nachgerade gegen alle Arten der Lebensäußerungen, das Bewußtsein natürlich ausgenommen, überaus mißtrauisch werden, wenn die Mechanik nachweist, daß selbst die Rhizopodenstrahlung theoretisch auch in totem Materiale möglich ist? Das Problem des Lebens gleicht eben einem Hochgebirge, dessen schneeige Gipfel wir über die Hügel unserer Heimat scheinbar so einladend, so lieblich, so nahe blinken sehen: je näher wir ihnen aber kommen, um so ferner, um so größer, um so erhabener, um so unnahbarer erscheinen sie uns.

Schließlich noch einige anderweitige Bemerkungen. Der Ausdruck »Größe« oder »Intensität« der Kohäsion oder Adhäsion kommt wiederholt in den Erörterungen vor. Für Mathematiker hat das an jenen Stellen keinen rechten faßbaren Sinn. Ich muß also ergänzend konstatieren, daß ich an ihrer Statt in meinen Berechnungen das Integral

$$a = \int_{r_1}^{r_2} k\, r^4\, d\, r$$

verwendet habe, worin k die Intensität der Molekularattraktion in der Entfernung r bedeutet und r_1 und r_2 die Grenzen sind, innerhalb deren die Attraktion wirksam ist. Die Ableitung und Bedeutung dieser Formel gehört natürlich nicht hierher.

Unter den Bedenken, die sich gegen unsere Entwickelungen erheben lassen, steht in erster Linie der Umstand, daß wir die Verdichtungen und Verdünnungen der Oberflächenhäute, wie sie heute in der Kapillaritätslehre angenommen werden, außer Betracht gelassen haben. Glücklicherweise läßt sich nachweisen, daß durch Annahme obiger Strukturänderungen

nur die Oberflächenarbeit vergrößert wird, in qualitativer Hinsicht aber unsere Resultate nicht geändert werden.

Ein zweites Bedenken liegt darin, daß wir die Oberflächenhaut einerseits so dünn vorausgesetzt haben, daß ihre Dicke nur die einfache Wirkungsweite der Attraktion eines Moleküles beträgt; anderseits haben wir sie aber so dick angenommen, daß sie mit dem Mikroskope beobachtet und gemessen werden kann. Diese beiden Annahmen sind an und für sich keineswegs unvereinbar. Der Zwiespalt wird aber völlig aufgehoben, wenn wir in der Oberflächenhaut thatsächlich Verdichtung, resp. Verdünnung annehmen. Es läßt sich dann nämlich mathematisch nachweisen, daß die obige Strukturänderung keineswegs auf die Tiefen innerhalb der Attraktionsweite r beschränkt bleibt, sondern, wenn auch in sehr schnell abfallenden Graden, bis in die Mitte der Flüssigkeit hineinreicht. Es ist also sehr leicht möglich, daß die Oberflächenerscheinungen (Spannung, Ausscheidung, Stromerzeugung etc.) noch in einer Tiefe von $100\ r$ und mehr sehr merklich sind.

Ob die zur Darstellung gebrachten Theoreme auch von anderer Seite bereits der Öffentlichkeit übergeben worden sind, ist mir leider völlig unbekannt. Ein Einsiedler bin ich, ein Plagiator gewiß nicht.

Zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Prof. G. Suppanecz aus Graz, der die besondere Freundlichkeit hatte, mir mit seinem schönen Instrumente zu demonstrieren, was mit meinem Mikroskope sich nicht beobachten ließ.

Die physiologische Bedeutung des facettierten Insektenauges.

Von

Dr. J. Notthaft (Frankfurt a. M.).

(Mit 2 Holzschnitten.)

Es finden sich im Tierreiche zwei wohlausgebildete, von einander durchaus abweichend gebaute Formen des Gesichtsorgans: das Wirbeltierauge und das Facettenauge. Während das erstere sich über sämtliche Kreise des Tierreichs verbreitet zeigt, nur in untergeordneten Einzelheiten hier und da etwas abweichend, dagegen alle wesentlichen Züge im Plan des Ganzen und der Zusammenstellung der Teile getreulich immer wiederholend, um sich endlich innerhalb des höchststehenden Tierkreises zu wunderbarer Vollkommenheit und Feinheit zu erheben, tritt uns das facettierte Auge einzig und allein bei den Arthropoden entgegen, allerdings sehr häufig mit der andern Form kombiniert und anderseits nicht in allen Klassen der Arthropoden. Untersuchen wir die hier vorliegenden Thatsachen etwas näher, so zeigt sich sofort (worauf auch schon durch Johannes Müller in seinen grundlegenden Arbeiten hingewiesen worden ist), daß das Facettenauge in direktem genauem Verhältnis zur Ausbildung des Flugvermögens steht: Arachnoideen und Myriopoden haben niemals Facettenaugen; ebenso fehlen dieselben immer den Larven der Insekten (mit Ausnahme einiger schwimmender Dipteren-Larven); während anderseits unter den Insekten im ausgebildeten Zustande nur die wenigen zur Flugbewegung gänzlich unfähigen Arten auch der Facettenaugen ermangeln, weiterhin die mit geringem Flugvermögen begabten verhältnismäßig kleine, grob angelegte Augen mit vergleichsweise unbedeutender Facettenzahl aufweisen, hingegen die der raschesten, gewandtesten und ausdauerndsten Flugbewegung fähigen die am feinsten ausgebildeten und größten, oft geradezu überraschend umfangreichen Facettenaugen besitzen, wie die Libellen, die Bremsen, die Schwärmer unter den Schmetterlingen u. a. Außer bei den geflügelten Hexapoden finden sich facettierte Augen nur noch in einigen Ordnungen der Krustaceen, deren Schwimmbewegung dem Fluge der Luftbewohner an Schnelligkeit hinreichend vergleichbar erscheint.

Das ebenangeführte muß darauf hinleiten, das facettierte Auge der geflügelten Insekten hinsichtlich seiner physiologischen Bedeutung zunächst dem Auge der Vögel zu vergleichen. Es muß jenes Gesichtsorgan notwendigerweise dem Organismus analoge Dienste leisten, wie den Vögeln ihr Wirbeltierauge: nämlich ausreichende Orientierung über die räumlichen Verhältnisse der umgebenden Dinge, deren Dimensionen und Verteilung im Raum. Daß jedoch die gleiche Aufgabe in beiden Fällen in gänzlich verschiedener Weise gelöst wird, ergibt sich unmittelbar aus der bloßen Betrachtung der durchgreifenden Verschiedenheit in der Anlage des Ganzen und der Anordnung seiner Teile. Wer, dies nicht gehörig berücksichtigend, die physiologische Bedeutung des einen Gesichtsorgans ohne weiteres auf die des andern zurückzuführen sucht, verfährt nicht einsichtsvoller, als wenn jemand zwei schneidende Instrumente von verschiedener Beschaffenheit und Bestimmung beliebig in Gedanken miteinander zu vertauschen sich erlauben wollte, während doch natürlich weder der Bildhauer des Rasiermessers, noch der Barbier des Meißels sich mit Vorteil zu bedienen vermag, obgleich beide die Oberfläche der menschlichen Gestalt zu glätten bemüht sind. Auch ist es wohl noch niemand eingefallen, die Kiemen eines Fisches bloß als eine eigentümliche Ausbildungsform der Säugetier-Lungen betrachten zu wollen; und wo beiderlei Atmungswerkzeuge gleichzeitig am selben Organismus vorkommen, wie bei den merkwürdigen Lurchfischen, fühlt man sich schon dadurch allein zu einem (durch die Erfahrung bestätigten) Rückschluß auf entschieden wechselnde äußere Lebensumstände berechtigt. Eine gleich einfache Überlegung aber zwingt unweigerlich, die Bedeutung der so oft mit Ocellen am selben Organismus vereinigten facettierten Augen in einer ganz andern Richtung zu suchen als die des Wirbeltierauges.

Die Richtigkeit unserer Behauptung: daß nämlich die Orientierung über die räumlichen Verhältnisse der Umgebung vermittelst des Gesichtssinnes bei Vertebraten und Arthropoden durchaus nicht in analoger Weise erfolgen kann, wird noch von anderer Seite her bestätigt, nämlich sowohl durch die Erwägung des ungeheuren Abstandes in der geistigen Befähigung im allgemeinen, wie auch durch die gehörige Berücksichtigung der weit abweichenden Art und Weise speziell der **Entwickelung** des geistigen Lebens, der Bildung der Vorstellungen von der umgebenden Welt. Während nämlich der junge Vogel erst im Laufe von Wochen, ja Monaten ganz allmählich Erfahrung gewinnt, zuerst ein wenig am Rand des Nestes flatternd, dann vorsichtig von Zweig zu Zweig hüpfend fliegt und zuletzt erst den später gewohnten raschen und weittragenden Flug wagt, nachdem unzählige nach und nach gesammelte Wahrnehmungen sich zu einem zusammenhängenden Bilde vereinigt haben — wobei offenbar Gedächtnis und Schlußvermögen eine bedeutende Rolle spielen — ist der Tagfalter, der gegen Morgen, der Schwärmer, der gegen Abend aus der Puppe schlüpft, schon nach wenigen Stunden, die er regungslos verbringt, lediglich seinen Körper dem austrocknenden Einfluß der Luft aussetzend, zu seinem wilden und scheinbar planlos vorwärts stürmenden,

in Wahrheit aber die Beschaffenheit der Umgebung genau berücksichtigenden, ebenso gewandten als vorsichtigen, jedem Hindernis augenblicklich mit Geschick ausweichenden Fluge hinreichend befähigt: er unterscheidet sich von älteren seinesgleichen nur durch die Frische und Reinheit seiner Farben, nicht aber etwa durch unsichere oder zaudernde Bewegungsweise; er lernt scheinbar gar nicht; ununtersucht, ob er überhaupt dazu im stande ist oder nicht.

Betrachten wir, ohne auf den wunderbaren Reichtum der Formen im einzelnen einzugehen, den Grundplan unserer beiden Augenformen vergleichend, so zeigen sich folgende wesentliche Verschiedenheiten des Baues:

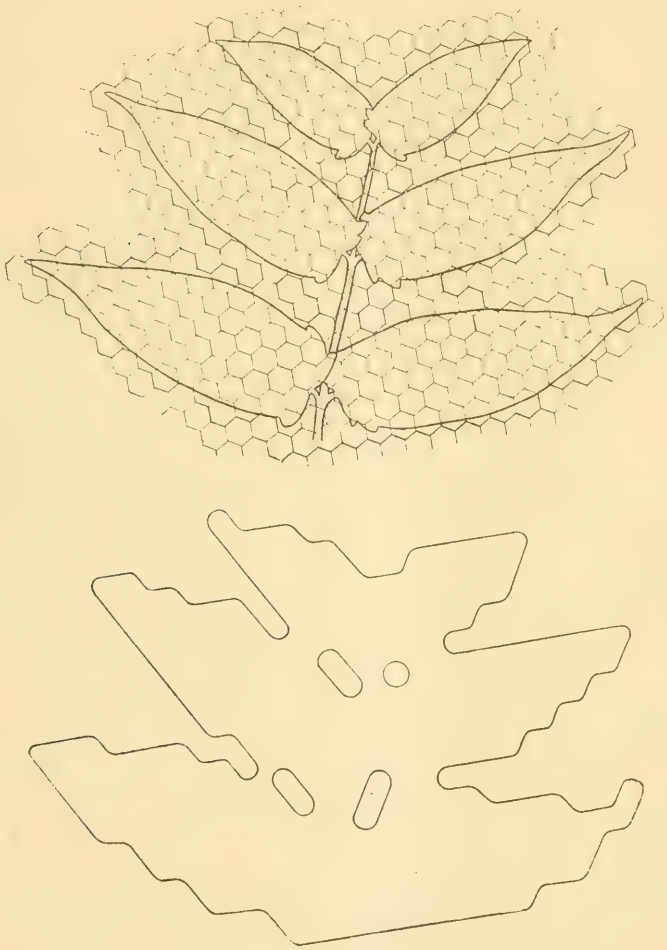
Das Wirbeltierauge ist eine Hohlkugel mit lichtbrechender sphärisch gekrümmter Linse und konkaver Netzhaut; das facettierte Arthropodenauge hingegen eine Vollkugel mit konvexer Netzhaut und meist nicht genau sphärisch gekrümmten, oft sogar stark abweichend gestalteten oder auch — und zwar dies gerade in den sonst am höchsten entwickelten Formen — gänzlich fehlenden lichtbrechenden Medien.

Der Radius des Wirbeltierauges ist zwar nicht im Verhältnis zum ganzen Tierkörper, wohl aber im Vergleich zu den Dimensionen seiner Netzhautelemente außerordentlich groß zu nennen; letztere hingegen sind (auch absolut betrachtet) ganz bedeutend feiner als die entsprechenden Gebilde im relativ kleinen facettierten Auge. Während z. B. der Augapfel des Menschen mehr als Kirschgröße besitzt, erreicht das vergleichsweise riesige Facettenauge einer Libelle nur etwa die Größe eines Erbsenkorns; es sinkt jedoch der Umfang dieser Augen bei der Mehrzahl der Insekten bis zur Größe eines Stecknadelkopfes und noch darunter herab, während die Netzhautelemente die des Menschen an Umfang immer bei weitem übertreffen. In wie hohem Grade dies der Fall ist, lehrt schon der mit unbewaffnetem Auge zu gewinnende Einblick: man ist im stande, bei guter Beleuchtung ganz deutlich die Facetten des Libellen- oder Schmetterlingsauges mit bloßem Auge zu unterscheiden. Dies ist natürlich nur dadurch möglich, daß unser verkleinertes Netzhautbildchen des betrachteten Insektenauges noch so fein sozusagen im einzelnen ausgearbeitet ist, daß jede Facette noch als besondere kleine Fläche und deutlich gegen ihresgleichen abgegrenzt erscheint; sie wird demnach sicherlich von einer nicht ganz unbeträchtlichen Mehrzahl unserer eigenen Sehstäbchen zusammen aufgefaßt. Es ist mithin das verkleinerte Netzhautbildchen eines einzelnen Elementes des facettierten Auges auf eine Mehrzahl von Einheiten unseres eigenen Auges verteilt, offenbar also weit größer als diese, und um so mehr natürlich die Facette in ihrer wahren Größe.

Direkte mikroskopische Messungen[1] bestätigen den auffallenden Größenunterschied zwischen den Elementen des facettierten und des menschlichen Auges. Im letzteren beträgt die durchschnittliche Breite der Sehzapfen bekanntlich nur 0,0015—0,002 mm. Hingegen ist die Breite

[1] Vgl.: Über die Gesichtswahrnehmungen vermittelst des Facettenauges. Vom Verfasser. Abhandlungen der Senckenberg. naturf. Gesellschaft. XII. Bd. 1880.

eines Augenelementes bei den schnellfliegenden Libellen gleich 0,04—0,05 mm gefunden worden, also gleich dem 20—30fachen Betrage der entsprechenden Größe des menschlichen Auges. Demnach beträgt die **Fläche** des Netzhaut-Elementes im facettierten Auge hier nicht weniger als das vier- bis neunhundertfache der entsprechenden Größe im menschlichen Auge. Nicht



viel niedriger stellt sich die Ziffer für die Facettenbreite bei den Schmetterlingen, so bei *Sphinx nerii* 0,034, *Argynnis Paphia* 0,026, *Papilio Machaon* 0,024, ferner bei den Dipteren: *Tabanus bovinus* 0,048, *Musca vomitoria* 0,027, *Musca domestica* 0,024, bei Hymenopteren: *Apis mellifica* 0,024, *Vespa crabro* 0,032, und bei Käfern: *Geotrupes stercorarius* 0,032, *Necrophorus vespillo* 0,020. Den geringsten Durchmesser der Augenelemente

zeigen unter den zahlreichen zur Untersuchung benutzten Arten die kleinen Tagfalter (*Lycaena Alexis* 0,016 mm), immerhin noch das Zehnfache der entsprechenden Größe unseres eigenen Auges; während der doch einer gewissen, obschon mäßigen Fluggeschwindigkeit fähige Feldbock bei einer Facettenbreite von nicht weniger als 0,094 mm die entsprechenden Teile des menschlichen Auges um das 50—60fache an Breite übertrifft.

Man würde jedoch weit fehlgehen, wenn man nun ohne weiteres annehmen wollte, das Netzhautbild im Insektenauge sei nur im gleichen Verhältnis undeutlicher und weniger vollständig in feine Einzelheiten aufgelöst, wie dies schon aus den eben angegebenen Zahlen hervorgeht. In Wahrheit ist nämlich die Feinheit des zur Wahrnehmung gelangenden Bildes nicht nur eine Funktion der dazu verwendeten Netzhautelemente, sondern auch der Größe der aufgefaßten Fläche. Diese, das Sehfeld, ist aber bei den so stark gewölbten Insektenaugen, die verhältnismäßig sehr große Abschnitte kleiner Kugeln darstellen, eine ungleich ausgedehntere als bei unserer, nur einen sehr kleinen Teil einer großen Kugelschale bildenden Netzhaut. Statt einer bloßen trockenen Angabe von Verhältniszahlen wollen wir lieber auf die umstehenden Abbildungen verweisen, welche eine besonders leicht kenntliche Form eines Baumblattes (von *Ailanthus glandulosa*, $^1/_3$ der natürlichen Größe) und deren stark vergrößertes Perzeptionsbild auf der Retina des Facettenauges darstellen. (Über die bei der Herstellung dieses Bildes zur Anwendung gekommenen Prinzipien vergl. die oben erwähnte Abhandlung.) Zur Erklärung sei nur kurz bemerkt, daß diese Netzhautbilder zwar für die verschiedenen Insektenarten sonst in gleicher Weise Geltung haben, jedoch für sehr ungleiche, obschon immer weniger als einen Meter weite Entfernungen des Gegenstandes vom Auge zu denken sind. So sind diese Konstruktionen korrekt z. B. für die Bremse und den Oleanderschwärmer bei 80 cm Abstand, für die Libellen bei 50—80 cm, die Honigbiene und den Totengräber bei 70 cm, Schwalbenschwanz 50 cm, Stubenfliege 40 cm, Roßkäfer 23 cm, für den großen Feldbock gar nur bei 19 cm.

Ganz flüchtig soll ferner nur berührt werden, daß die Korrektheit der Netzhautbilder im Insektenauge sehr häufig dadurch eine größere oder geringere Einbuße erleidet, daß die Krümmung der Augenkugel von der rein sphärischen mehr oder minder stark abweicht. Dadurch müssen natürlich Verzerrungen entstehen, die den Eindruck der Gegenstände bedeutend zu alterieren im stande sind und das Wiedererkennen derselben sehr erschweren müssen.

Es ergibt sich aus den vorliegenden Ausführungen ganz unwidersprechlich, daß das facettierte Insektenauge nur sehr unvollkommen die Umrisse der wahrgenommenen Dinge wiederzugeben im stande ist, während im stärksten Gegensatz dazu das Vogelauge bekanntlich eine unvergleichlich große gleichsam auflösende Kraft besitzt. Das facettierte Auge ist zur Flächenauffassung durchaus nicht günstig beanlagt. Das Wirbeltierauge hingegen bringt die Umrisse nicht allzu weit entfernter Gegenstände mit staunenswerter Treue und Schärfe der Ausführung im einzelnen zur Wahrnehmung. Aber doch belehrt auch es durchaus nicht vollständig und zuverlässig über die wirkliche Beschaffenheit der Dinge

und ihre Verteilung im Raume, denn es ist lediglich im stande, Kenntnis der Umgebung nach zwei Dimensionen des Raumes hin (Höhe und Breite) zu vermitteln, während es die Tiefe desselben völlig sozusagen ignoriert: ein kleines Kind greift nach der blinkenden Mondscheibe wie nach einem vor ihm aufgehängten blanken Zinntellerchen. Erst die mit Hilfe der räumlichen Bewegung ganz allmählich gewonnene Lebenserfahrung belehrt über die körperliche, nach drei Dimensionen hin ausgedehnte wahre Gestalt der Gegenstände.

Da nun thatsächlich, wie gezeigt worden ist, auf demjenigen Gebiete, wo unsere eigenen, noch mehr aber die Augen der Vögel Erstaunliches leisten, das facettierte Auge der Insekten nur wenig vermag, und da, wie wir weiter oben gesehen, der durchgreifenden Verschiedenheit im Bau eines Organs gänzlich andersartige Arbeit mit Notwendigkeit entsprechen muß, da endlich das kompliziert angelegte Insektenauge, dessen einzelne Elemente wieder aus zahlreichen merkwürdig und mannigfaltig geformten Teilen zusammengesetzt sind, offenbar auf einer bedeutenden Höhe der Ausbildung steht, so erhellt ohne weiteres von selbst, daß wir die Thätigkeit des facettierten Auges in derjenigen Richtung zu suchen haben, wo die Dienste unseres eigenen Gesichtsorganes uns im Stiche lassen; und es erscheint nichts natürlicher als die Annahme, daß es die Arbeit des facettierten Auges sein muß, über die räumliche Verteilung der Gegenstände in der dritten Dimension des Raumes, der Tiefe nämlich, zu orientieren; oder mit andern Worten, es ist die Aufgabe dieses so abweichend gebauten Gesichtsorgans, den jedesmaligen räumlichen Abstand der umgebenden Dinge in sämtlichen, den radiär gestellten Augenelementen entsprechenden Richtungen zur Kenntnis zu bringen.

Sehen wir zu, inwieweit diese Annahme mit den Thatsachen im Einklange steht, welche Vorteile sie insbesondere für das Verständnis zahlreicher, zwar allbekannter, jedoch an sich höchst auffallender und rätselhafter Erscheinungen im Leben der Insekten bietet.

Zunächst ist hervorzuheben, daß unter Berücksichtigung unserer Annahme einer gänzlich andersartigen und zwar weit einfacheren Arbeitsleistung das facettierte Auge (was die Feinheit der es zusammensetzenden Elemente betrifft) durchaus nicht mehr so unvollkommen angelegt erscheint, als es im herkömmlichen viel zu weit getriebenen Vergleiche mit dem Wirbeltierauge und gegenüber der ganz ungerechtfertigten Zumutung ähnlicher Thätigkeit sich darstellen muß. Wenn das facettierte Auge wirklich nur über die jedesmalige Entfernung der umgebenden Dinge Aufschluß zu geben hat, nicht aber deren Gestalt bis zur Erkennbarkeit nachzubilden braucht, so genügt doch offenbar schon die Auffassung einer viel geringeren Anzahl von Punkten jeder Fläche, als deren zur getreuen Wiedergabe der so unendlich wechselnd verlaufenden Umrisse erforderlich wären. In dichtem Nebel sind wir Menschen oft nicht im stande, die wirkliche Natur der Gegenstände, denen wir uns nähern, sicher festzustellen; trotzdem aber entscheiden wir noch mit Leichtigkeit, ob überhaupt etwas da ist oder nicht; und im ersteren Fall, ob dieses Etwas schon sehr nahe oder noch etwas weiter entfernt

ist. Es ist dies also auch für unser eigenes Auge eine leichtere, selbst unter ungünstigen Umständen noch ausführbare Aufgabe; und von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet erscheinen selbst die kleineren Insektenaugen mit geringer Facettenzahl als ihrer Bestimmung noch wohl entsprechend; die größeren aber mit ihren zahlreichen Tausenden von Elementen dürften jetzt eher den Eindruck übermäßig reicher Fülle machen, wenn wir nicht zu bedenken hätten, daß diese anscheinend verschwenderische Ausstattung sich doch mit Rücksicht auf die unvergleichlich rasche und unstäte Bewegungsweise ihrer Träger als notwendig erweist.

Vor allem aber beseitigt unsere Annahme völlig das Unbegreifliche, was wir notwendig in der wunderbaren Sicherheit, mit der sich die Insekten zurechtzufinden wissen, erblicken müssen, wenn wir sowohl die verschwindende Kürze der Zeit berücksichtigen, welche dem gleichsam neugebornen aus der Puppenhülle geschlüpften Tiere zur Verfügung steht, als auch die sehr niedere Stufe der Intelligenz, auf welcher die Gliederfüßler ihrer ganz überwiegenden Mehrzahl nach im Vergleich mit den Wirbeltieren, speziell den Vögeln, stehen. Es läßt sich nämlich mit außerordentlicher Einfachheit, unter sachgemäßer Berücksichtigung der besonderen Einrichtungen im Bau des Facettenauges, die eigentümliche Art und Weise angeben, in welcher mittels derselben die wechselnde Distanz der Gegenstände vom Tierkörper zur Wahrnehmung gebracht werden kann. Dabei kommt nur ein einziges, äußerst leicht verständliches und unmittelbar der Empfindung sich aufdrängendes einfaches Merkmal in Betracht.

Da den am besten ausgebildeten facettierten Augen (z. B. der Libellen) lichtbrechende sphärisch gekrümmte Mittel völlig fehlen, ist die Mitwirkung gebrochener Strahlen bei der Entstehung des Netzhautbildes ausgeschlossen. Es werden demnach überhaupt nur diejenigen Strahlen aufgefaßt, welche geradlinig von den in der Richtung der Augenelemente gelegenen Dingen bis zur Netzhaut verlaufen. Die ein einzelnes Netzhautelement treffenden Strahlen sind einander parallel, stellen demnach ein Lichtbündel dar, dessen Basis für alle Entfernungen des Gegenstandes die gleiche Größe hat, während bekanntlich auf die Netzhaut des Wirbeltierauges ein Lichtkegel eindringt, dessen Basis natürlich proportional dem Quadrate der Entfernung des Gegenstandes zunimmt. Die die Insekten umgebenden Gegenstände besitzen im allgemeinen gleichzeitig annähernd die gleiche Helligkeit, ja sogar die grüne Farbe kommt der ganzen Umgebung in fast gleicher Intensität zu. Es hängt demnach die scheinbare Helligkeit der wahrgenommenen Objekte ausschließlich von ihrer Entfernung vom Auge ab; es muß nämlich, da die Lichtstärke dem Quadrat der Entfernung umgekehrt proportional ist, dem Insekte ein z. B. zehnmal entfernterer Baum nur in 100fach geringerer, d. h. fast verschwindender Beleuchtung erscheinen, als in der einfachen Distanz. Das Sehen vermittelst des facettierten Auges findet seine Grenze durch die verschwindende scheinbare (subjektive) Helligkeit, nicht wie bei uns durch die schwindende Deutlichkeit (das Verschwimmen der Einzelheiten und das Ineinanderverlaufen

der Umrisse). Dinge in einem bestimmten, nicht sehr großen, jedoch nicht näher anzugebenden Abstand existieren für das wahrnehmende Facettenauge überhaupt nicht mehr: dort also erscheint der Raum leer. Befinden sich sämtliche Gegenstände noch in solcher Annäherung an das Auge, daß sie noch alle einen mehr oder minder lebhaften Eindruck hervorzubringen vermögen, so müssen doch die entfernteren ungleich lichtschwächer erscheinen als die näheren; jene sind gleichsam mit je nach ihrem ungleichen Abstande mehr oder minder dichten dunklen Schleiern umhüllt, ähnlich wie im großen die zwischen fernen Bergen und unserem Auge gelegene Luftschicht mehr und mehr von der grünen Farbe der Wälder auslöscht (die sog. Luftperspektive). Und gerade wie wir im stande sind, je nach der größeren oder geringeren Intensität des blauen Farbentons entfernter hintereinander gelegener Bergzüge auf deren ungleiche Entfernung zu schließen und diese durch relative Ausdrücke anzugeben, ebenso verhält es sich im kleinen mit den das Gesichtsfeld des Insektenauges erfüllenden Gegenständen. Die sich weniger der Wahrnehmung aufdrängenden, gleichsam mehr ins Dunkel zurücktretenden scheinen einer beabsichtigten Bewegung weniger hindernd in den Weg zu treten als die übrigen; in der Richtung nach diesen hin lenkt demnach das Insekt seinen Flug. Es fliegt also gleichsam immer ausweichend, etwa wie sich ein Mensch im Dunkeln zurechtfindet, der die Gegenstände in seiner Nähe bloß in der Absicht beachtet, um keinem von ihnen zu nahe zu kommen, sich aber nicht darauf einläßt, zu untersuchen, was er eigentlich vor sich habe. Daß dieses Prinzip der Orientierung das einfachste überhaupt denkbare ist, begreift sich wohl ohne weiteres. Denn selbstverständlich ist hier weder von irgend welchen vorher zu erwerbenden Erfahrungen noch auch von irgend welcher Schlüsse ziehenden Geistesthätigkeit die Rede, vielmehr beruht alles auf einer einfachen, sich immer aufs neue in gleicher Weise wiederholenden Wahrnehmungs-Assoziation. Denn das eben ausgeschlüpfte Insekt findet das unzuträgliche Gefühl des Widerstoßens allemal verbunden mit einem grellen Lichteindruck des das Auge berührenden Gegenstandes; infolge dessen ist es beständig bestrebt, vor der immer drohenden Gefahr des Widerstoßens sich gleichsam ins schützende Dunkel zu flüchten. Wie das gebrannte Kind für immer das Feuer scheut, so wird auch das Insekt durch Schaden so schnell klug, daß es des Lernens überhaupt nicht zu bedürfen scheint, um sich mit der erforderlichen Gewandtheit zurechtfinden zu können. Der die Netzhaut treffende auffällige Lichteindruck des dem Körper allzu nahe gerückten Gegenstandes spielt dabei genau dieselbe Rolle, wie der die nackte Flughaut der Fledermaus berührende Hauch der von festen Oberflächen zurückgeworfenen Luft, der sie vor dem Anprallen bewahrt, sogar wenn sie nicht mehr im stande ist zu sehen.

Mit den vorliegenden Ausführungen steht die bekannte Thatsache nur scheinbar im Widerspruch, daß alle Insekten bei Nacht einem hellen Lichte zuzufliegen pflegen. Denn daß hier keine normale zweckmäßige Bewegungsweise, sondern ein durch übermäßigen Reiz hervorgerufener krankhafter Zustand vorliegt, ist ohne weiteres klar: führt doch der taumelnde Tanz um die Lichtflamme in der Regel baldigst zur Vernichtung des Or-

ganismus. Übrigens schließt unsere Behauptung, daß die Insekten gleichsam ausweichend fliegen, durchaus nicht die unbestreitbare Thatsache aus, daß sie sehr häufig aus irgend welchen Gründen gewisse durch Helligkeit und Farbe ausgezeichnete Dinge aufsuchen.

Es erübrigt noch die Ursachen für die Entstehung einer so ganz eigenartigen Augenform im Kreise der Arthropoden anzugehen. Über die Art und Weise, wie sich eine hypothetische unentwickelte Urform allmählich nach zwei Richtungen hin entwickelte, hier als punktförmiges, dort als facettiertes Auge, hat schon Grenacher in seinem so überaus förderlichen Werke (Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen 1879) Aufschluß gegeben: das Punktauge hat sich durch Vervollkommnung der Linse und Verfeinerung der Netzhaut-Elemente herangebildet, das facettierte Auge hingegen durch eine außerordentlich starke Multiplikation des sich gleichzeitig bedeutend vereinfachenden Urorgans. Den inneren Grund der Thatsache, daß sich die vervollkommneten, nach dem Plane des Wirbeltierauges gebauten Punktaugen der Insekten doch nicht ausreichend erwiesen, haben wir erstens in ihrer außerordentlichen Kleinheit, mit der ein hoher Grad von Kurzsichtigkeit verbunden sein muß, gegenüber der raschen Flugbewegung zu suchen und weiterhin in dem Umstande, daß mit einer starren Chitinlinse sich keine wohl akkommodationsfähigen Augen herstellen lassen. Das beste Flächen-auffassende Sehorgan kann aber zur raschen vermittelst der Flugbewegung zu erzielenden Orientierung nichts nutzen, wenn nicht ein sehr ausgedehntes Akkommodationsvermögen hinzukommt (vergl. die betr. Einrichtungen im Auge der Vögel).

Es bleibt schließlich noch übrig, die sehr auffällige Kombination von facettierten Augen und mehreren in unmittelbarster Nähe dazwischen stehenden Wirbeltieraugen, den bekannten Ocellen (Stemmata), wenn auch nicht zu erklären, so doch wenigstens einigermaßen begreiflich zu machen. Wir finden diese merkwürdige Zusammenstellung meist bei Insekten von etwas entwickelterer Intelligenz, wie bei den Bienen und anderen Hymenopteren, den räuberischen Libellen und so fort, hingegen nicht bei den Tagfaltern und Käfern. Es liegt dieser Einrichtung offenbar eine weitgehende Arbeitsteilung zu Grunde, die sich hier sogar (wie nirgends sonst) auf das Sehorgan erstreckt. Die beiden großen Facettenaugen nämlich dienen, wie oben gezeigt wurde, als warnende Leiter der Flugbewegung, die Ocellen hingegen vermitteln, ihrem Bau gemäß, lediglich Flächenbilder, dienen demnach zum Erkennen sei es der zu erbeutenden Tiere, sei es der Individuen des anderen Geschlechts, der Pflanzenteile, Wohnräume und ähnlicher Dinge. Daß sie bei diesem Geschäfte von den facettierten Augen ein wenig unterstützt werden, ist wohl nicht zu leugnen; indessen spielen die letzteren dabei, infolge ihrer enorm ausgedehnten Elemente, sicherlich nur eine untergeordnete Rolle, etwa vergleichbar unseren peripherischen Netzhautstellen, während die Ocellen der Stelle des deutlichsten Sehens auf unserer eignen Netzhaut entsprechen, was sich schon durch ihre Anordnung vorn mitten auf dem Kopfe auszudrücken scheint.

Wissenschaftliche Rundschau.

Psychologie.

Die physischen Bedingungen des Bewusstseins.

In bezug auf den Sitz des Bewußtseins stehen sich zwei Hauptansichten gegenüber. Maudsley behauptet, daß weder das Rückenmark noch die sensorischen und motorischen Zentren zwischen der Medulla oblongata und dem Corpus callosum Bewußtsein hätten. Nun hat aber Pflüger bekanntlich folgenden Versuch angestellt: Wenn man einen Tropfen Säure auf die Lumbarregion eines enthaupteten Frosches bringt, so hebt der Frosch sofort den betreffenden Fuß, um über die gereizte Stelle zu wischen; wiederholt man diesen Versuch nach Amputation dieses Fußes, so macht er zuerst fruchtlose Versuche mit dem Stummel, hält dann ein, scheint zu überlegen und hebt dann den andern Fuß, um die Säure fortzuwischen. Während Pflüger hierin nicht nur Bewußtsein, sondern auch Überlegung und Willen erblickt, sind diese Erscheinungen für Maudsley nur Reflexe. Der Meinung Pflüger's schließt sich Lewes an, der sogar jedem nervösen Element Gedächtnis, Urteil, Verstand und Willen zuschreiben zu müssen glaubt. Herzen führt nun in der unten genannten Abhandlung[1] eine Theorie auf, die uns weit mehr befriedigt als diese beiden extremen Ansichten.

Bekanntlich werden die Nervenelemente bei jeder Thätigkeit ermüdet und später wiederhergestellt. Letzteres ist stets unbewußt, ersteres oft bewußt, oft unbewußt; und zwar sagt Herzen, daß die Thätigkeit dann bewußt wird, wenn sie eine bestimmte Intensität besitzt. Die Beobachtung lehrt, daß die Thätigkeiten, welche stark in unser Bewußtsein treten, auch stark ermüden, daß dagegen die, welche uns am wenigsten bewußt werden, also mehr automatisch sind, auch nur wenig ermüden. Das Bewußtsein ist demnach proportional der Ermüdung. Auch dann, wenn bei der Thätigkeit des Zentralorgans die Übertragung eine sehr rasche ist, tritt sie nicht stark ins Bewußtsein. Wiederholung, Übung und Gewohnheit vermindern diese Zeit außerordentlich, und die Bewegungen werden fast automatisch, wie man leicht sieht, wenn man

[1] The physical conditions of Consciousness. By A. Herzen, Professor of Physiology, Lausanne. Translated by T. W. Mc-Dowall, M. D. Journal of Mental Science, April 1884.

z. B. das Klavierspiel eines Anfängers mit dem eines Geübten vergleicht. — Um die Geschwindigkeit der willkürlichen und der automatischen miteinander zu vergleichen, stellte Herzen folgendes Experiment an. Einem Individuum wurde die strenge Weisung gegeben, bei einer Berührung des Fußes seine Hände und Füße zurückzuziehen und zwar zu gleicher Zeit. Erfolgte nun eine leise Berührung, so wurden die Hände regelmäßig etwas früher fortgezogen als die Füße. Bei der heftigen Berührung eines Hühnerauges oder bei einem schmerzvollen Schlag darauf erfolgte jedoch das Zurückziehen der Füße früher als das der Hände, und zwar um so früher, je heftiger der Schlag war.

Das Gehirn wird nun in einem gegebenen Moment nicht bloß von einer, sondern auch noch von andern Erregungen getroffen, von denen jede ihr eigenes Quantum Bewußtsein erweckt. Diese vereinigen sich und bilden das, was man »Panaesthesia« genannt hat, d. h. die Totalität dessen, was ein Individuum in einem bestimmten Moment fühlt.

Auch Träume sind Erregungen und Ermüdungen des Gehirns. Entweder finden hierbei Eindrücke statt, welche zu schwach sind, um die ermüdeten Teile des Gehirns erregen zu können, und daher nur einen solchen Teil in Thätigkeit setzen, der während des Wachens weniger gearbeitet hatte als die andern, oder eine Region des Gehirns, welche sehr stark gearbeitet hatte, fährt in dieser Erregung fort, oder endlich beide Erscheinungen treten zugleich ein.

In jedem Moment unseres Lebens wechselt jedes der unzähligen Nervenelemente, die in Thätigkeit gesetzt werden, beständig zwischen Ermüdung und Erholung, zwischen Bewußtsein und Bewußtlosigkeit. Die Panästhesie, die wir in einem gegebenen Moment haben, ist die Resultante oder vielmehr die algebraische Summe der ins Bewußtsein tretenden Erregungen aller dieser einzelnen Thätigkeiten. Dies Bewußtsein ist ein beständiges und zwar verdankt es seine Beständigkeit teilweise den unaufhörlichen Erregungen, die bald diese, bald jene Gruppe der zentralen Elemente stärker treffen, und teilweise dem Wiederaufleben der Zustände eines früheren Bewußtseins in der Erinnerung. —

Auch das Rückenmark besitzt Bewußtsein. Was nun die Quantität und Qualität desselben betrifft, so teilt uns Herzen folgende an sich selbst gemachte Beobachtung mit. Während einer Periode seines Lebens litt er an häufigen Anfällen von Ohnmacht, wobei er Gelegenheit hatte, die Wiederkehr des Bewußtseins zu beobachten. Während der Ohnmacht herrscht totale Bewußtlosigkeit, dann beginnt man unbestimmtes, unbegrenztes Gefühl zu haben, ein Gefühl der Existenz im allgemeinen ohne irgend eine Abgrenzung der eigenen Individualität und ohne die geringste Unterscheidung zwischen dem Ich und dem Nicht-Ich; man fühlt sich als einen organischen Teil der Natur; man hat das Bewußtsein der Thatsache seiner Existenz, hat aber keines von der Thatsache seiner organischen Einheit, mit einem Wort, man hat ein »unpersönliches Bewußtsein«. Herzen fügt noch hinzu, daß dieses Gefühl unangenehm oder angenehm ist, je nachdem die Ohnmacht durch einen Schmerz hervorgerufen war oder nicht.

In diesem Zustand, während das Gehirn noch unfähig ist, in Thä-

tigkeit zu treten, ist also das Rückenmark schon erregt. Dasselbe verschwommene unpersönliche Gefühl muß auch bei Enthaupteten eintreten; eben dieses Bewußtsein schreibt Herzen den niederen Wesen zu, welche keine besonderen Organe besitzen, und dieses Bewußtsein hat auch das neugeborne Kind, bevor es gelernt hat, die einzelnen Teile seines Körpers zu unterscheiden. Daraus folgt, daß dekapitierte Tiere auf jeden Reiz mit Zusammenziehung nicht bestimmter, sondern einer ganzen Reihe von Muskeln antworten müßten (wie man dies bei den neugebornen Kindern beobachten kann), wenn nicht eine große Zahl direkter Verbindungen zentripetaler und zentrifugaler Nerven vorhanden wäre. Wenn das Rückenmark auf einen Reiz mit einer unmittelbaren und bestimmten Reaktion antwortet, so ist das Bewußtsein desselben sehr gering oder fast Null. Bei dem dekapitierten Frosch dagegen dauert es eine gewisse Zeit, ehe er dazu kommt, seine andere Pfote zu nehmen, das Rückenmark wird also längere Zeit erregt und stark ermüdet, das Bewußtsein desselben muß mithin sehr stark sein.

Das Bewußtsein des Rückenmarks erreicht beim *Amphioxus* sein Maximum, verringert sich bei den höheren Tieren und ist beim Menschen zu einem Minimum herabgesunken. —

Auch die sensorischen und motorischen Zentren haben ein Bewußtsein. Zur Bestimmung der Qualität desselben teilt uns Herzen noch weitere Beobachtungen mit, die er bereits bei den erwähnten Ohnmachtsanfällen gemacht hat. Nach Ablauf der Ohnmacht hatte er zunächst jenes unbestimmte Gefühl, das unpersönliche Bewußtsein. Dann beginnt man zu sehen und zu hören; aber die Klänge und die Farben scheinen in einem selbst zu entstehen, ohne daß man die leiseste Ahnung von ihrem äußeren Ursprung hat; auch nimmt man jede Farbe oder jeden Ton für sich wahr ohne Verbindung mit den andern, was den Geist verwirrt. In diesem Moment haben die sensorischen Zentren ihre Sensibilität wieder erlangt und jedes derselben nimmt die von außen kommenden Eindrücke für sich wahr, ohne daß diese sich kombinieren, da die interzentralen Verbindungen ihre Thätigkeit noch nicht wieder aufgenommen haben. Jede Lokalisation fehlt, die Eindrücke können sozusagen nur gefühlt, nicht erkannt werden. Alsdann treten die interzentralen Verbindungen in Thätigkeit, die Eindrücke werden lokalisiert und erkannt, man bekommt dadurch das Bewußtsein der Einheit seiner selbst; man fühlt, daß die Eindrücke von außen kommen, ohne noch zu verstehen, was um einen vorgeht. Endlich erwacht ganz plötzlich auch die Gehirnrinde und Herzen erkannte und verstand dann die ganze Situation, in der er sich befand.

Aus den gemachten Beobachtungen zieht Herzen folgende Schlüsse:

1. Das Rückenmark besitzt ein elementares, unpersönliches, unintelligentes Bewußtsein, welches in den niederen Tieren sein Maximum, in den höheren sein Minimum erreicht. Bei letzteren wird das Bewußtsein unter normalen Verhältnissen nicht wachgerufen, weil alle von ihm ausgeführten Reaktionen automatisch erfolgen, oder weil die Reize direkt dem Gehirn übermittelt werden; es wird nur erweckt unter besondern Bedingungen, wo eine längere und tiefere Erregung und Ermüdung des Rückenmarks eintritt.

2. Die sensorischen und motorischen Zentren besitzen individuelles Bewußtsein, den Beginn einer Erkenntnis und einer Intelligenz, ihre Thätigkeit ist nicht vollständig automatisch, sondern ihr Bewußtsein bildet einen Teil der Panästhesie, des Gesamtbewußtseins des Individuums.

3. Die Zentren der Gehirnrinde endlich haben ein intelligentes Bewußtsein mit Erkenntnis aller Beziehungen der äußern Dinge zu einander und zum Individuum.

4. In dem ganzen Nervensystem ist das Bewußtsein ausschließlich an die funktionelle Ermüdung der zentralen Nervenelemente gebunden, seine Intensität ist direkt proportional dieser Ermüdung und indirekt proportional der Leichtigkeit, mit welcher jedes Element eine empfangene Erregung auf ein anderes Element überträgt.

Bis hierher wurde der Hauptinhalt der Abhandlung kritiklos wiedergegeben und jetzt zum Schluß soll nur eine Frage aufgeworfen werden. Wenn nämlich das Bewußtsein des Rückenmarks beim Menschen unter normalen Verhältnissen niemals wachgerufen wird, wie war es dann möglich, daß Herzen sich überhaupt jenes Zustandes erinnern konnte, der am Ende der tiefen Ohnmacht eintrat und bei dem nur das Rückenmark Bewußtsein hatte? Als Herzen seine Abhandlung niederschrieb, muß also entweder das Bewußtsein seines Rückenmarks willkürlich wachgerufen sein und dieses sogar Gedächtnis gezeigt haben, oder — jene Zustände gehen überhaupt nicht im Rückenmark und in den sensorischen Zentren, sondern nur allein in der Gehirnrinde vor sich, das Bewußtsein des Gehirns wäre nicht blitzartig da, sondern machte, wenn auch rasch, die verschiedenen Etappen durch, wie sie Herzen beschrieben hat, und kann sich später derselben auch erinnern. Doch sei es, wie es will, auf jeden Fall sind die von Herzen gemachten Beobachtungen nicht nur sehr interessante, sondern auch sehr wichtige Thatsachen für die Psychologie, der es noch immer so sehr an solchen fehlt.

Aachen. C. Düsing.

Zoologie.

Die weitere Entwickelung der westindischen Peripatusarten.

Kaum anderthalb Jahre, nachdem Kennel den ersten Teil seiner Entwickelungsgeschichte des *Peripatus* veröffentlichte[1], hat er den zweiten Teil folgen lassen[2], der die Entwickelung der einzelnen Organe und Systeme zum Gegenstand hat, aber nichtsdestoweniger an allgemeinem Interesse wegen des darin enthaltenen reichen Beobachtungsmaterials kaum hinter dem ersten zurücksteht. Ein Referat auch dieses Teils wird wohl deshalb den Lesern dieser Zeitschrift kaum unerwünscht sein.

[1] Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. Bd. VII, 2. 1884. Referiert im Kosmos 1885. Bd. I. p. 44—48.

[2] Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. Bd. VIII, 1. 1886.

Nur einen Punkt hat der Verf. ganz unberücksichtigt lassen müssen, der allerdings von großer Bedeutung wäre: über die Entstehung der Tracheen hat er keine Beobachtungen anstellen können (ebenso wie alle bisherigen Untersucher der *Peripatus*-Entwickelung). Was die sämtlichen andern Organe betrifft, sind seine Untersuchungen nach solchem Maßstabe durchgeführt, daß man wohl jetzt sagen darf, daß die Organogenese bei einer exquisit tropischen Tierform, bei *Peripatus*, vollständiger bekannt ist als bei irgend welchen sonstigen Anneliden und Arthropoden. Teilweise scheint dies darin begründet zu sein, daß die westindischen *Peripatus*-Arten mit ihren ganz nahrungsdotterfreien Eiern und Embryonen ausgezeichnete Objekte für derartige Untersuchungen sind, viel bessere als z. B. die Insekten.

Am besten bekannt waren den früheren Forschern die Vorgänge, die sich bei der äußeren Gliederung und Differenzierung des Körpers abspielen. Außer der Entdeckung der schon von außen sichtbaren Ventralorgane, die unten werden näher besprochen werden, fügt Kennel dem schon früher Bekannten eine recht wesentliche Thatsache bei, nämlich mit bezug auf die Mundbildung. Er weist nach, daß durch einen Einfaltungsprozeß nicht nur (wie man früher wußte) das Kiefersegment, sondern auch der vordere Teil des zweiten Rumpfsegments (mit der gemeinsamen Mündung der beiden Segmentalorgane oder Speicheldrüsen) in die Bildung des definitiven Mundes eingezogen wird. Dieses Segment wird (an der Ventralseite) förmlich in zwei Abteilungen geschieden, von denen die vordere ganz in die Mundbildung aufgeht, während die hintere außen am Körper liegen bleibt.

Viel bedeutungsvoller ist jedoch die Darstellung der inneren Ausbildung der Embryonen, und einer der wichtigsten Abschnitte ist die ausführliche Schilderung der Genese der allgemeinen Hohlräume des Körpers, der Leibeshöhle und der Lateralsinusse (nebst den Höhlungen der Füßchen); dieselbe wurde schon im I. Teil kurz angezeigt (vergl. Kosmos 1885, I, p. 47). Die Lateralsinusse und die Höhlen der Füßchen sind beim erwachsenen *Peripatus* Bindegewebslücken, die von keinem Epithel ausgekleidet sind; als Begrenzungsschicht der eigentlichen, den Darm enthaltenden Leibeshöhle dagegen findet sich ein Peritoneum. Diese Teile entstehen in sehr eigentümlicher Weise. Es bilden sich bekanntlich beim Embryo frühzeitig Ursegmente in ganz ähnlicher Weise wie bei den Anneliden; diese ursprünglich soliden Gebilde spalten sich nachher, und in der Weise entsteht eine primitive, segmentierte Leibeshöhle im Mesoderm. Die blasenförmig gewordenen Ursegmente gehen nun verschiedene Umbildungen ein. Zuerst erscheint an den sonst noch einschichtigen Blasen eine Längsverdickung an der Ventralseite, die in das Lumen jeder Blase vorspringt und eine Sonderung derselben in einen medianen und einen lateralen Abschnitt erkennen läßt; die äußern Schichten der erwähnten Verdickung entwickeln sich zu Bindegewebe und Muskulatur. Die vollständige Abtrennung des medianen Teils jeder Segmenthöhle von der lateralen erfolgt erst hinten, später vorn; bevor aber diese Trennung vollzogen ist, hat sich noch eine ventrale Verdickung lateralwärts vor der ersten in jeder Blase gebildet; dadurch

werden wieder im lateralen Teil zwei Abschnitte gesondert. Von diesen wird der innere, kleinere schmal und röhrenförmig, behält sein Epithel und entwickelt sich zum Trichter des Segmentalorgans; aus der äußern größern Abteilung dagegen bilden sich Bindegewebe und Muskulatur: der epithelartige Zusammenhang der Zellen wird aufgegeben und aus den Höhlen werden Bindegewebslücken ohne Epithelauskleidung, die Lateralsinusse und die Höhlungen der Füßchen. Der ursprünglich mediane Teil der Ursegmente unterliegt ähnlichen Veränderungen: sein Epithel wird aufgelöst und an dessen Stelle zeigt sich später ein lockeres Gefüge von Zellen. — Bevor nun die eben geschilderten Vorgänge sich einleiten, hat sich schon die bleibende ungegliederte Leibeshöhle in erster Anlage kenntlich gemacht, indem nämlich an einem gewissen Zeitpunkt sowohl das Ektoderm wie auch die Segmentblasen sich vom Entoderm abheben und dadurch ein Hohlraum entsteht, an dessen Begrenzung ursprünglich alle drei Keimblätter teilnehmen. In diesen Hohlraum wandern nun Zellen hinein, die sich vom Epithel der Segmentblasen loslösen; anfangs unregelmäßig zerstreut, bilden sich dieselben später zur Epithelialschicht der Leibeshöhle, zum Peritoneum aus. In späteren Stadien entsteht dann eine Anzahl von Kommunikationsöffnungen zwischen der Leibeshöhle und den Lateralsinussen.

Die allgemeine Bedeutung dieser Beobachtungen für die Theorie der Leibeshöhle und des mittleren Keimblattes ist einleuchtend. Die diesbezügliche am meisten verbreitete Lehre dürfte wohl die Hertwig'sche Cölomtheorie sein. Nach dieser sollte man bei *Peripatus* eine ganz andere Bildung der Leibeshöhle voraussetzen, als sie sich bei den Untersuchungen thatsächlich herausgestellt hat. Denn die Cölomtheorie erfordert die Identität der Leibeshöhle der Anneliden und der Arthropoden, und dieser Annahme zufolge müßte notwendigerweise die Leibeshöhle des *Peripatus* durch Verschmelzung der Höhlen der Ursegmente entstehen; denn letztere sind zweifellos denen der Anneliden homolog. Nun zeigt es sich ja aber ganz anders: die echte bleibende Leibeshöhle hat mit den Ursegmenthöhlen nichts zu thun: sie ist eine Neubildung. Aber noch verhängnisvoller ist die Bedeutung der eben referierten Beobachtungen für die ganz allgemeinen Lehren der Cölomtheorie. Die tiefgreifendste Aufstellung dieser Lehre ist der (schon p. 4 der Hertwig'schen Schrift formulierte) Satz: »Die epitheliale und die mesenchymatöse Entstehungsweise der Gewebe prägen sich auch in ihrer feineren Struktur aus«; die ganze von den Brüdern Hertwig vorgenommene anatomisch-histologische Bearbeitung der verschiedenen Hauptabteilungen der Metazoen ist eigentlich nur eine weitere Ausführung jenes Satzes. Eine epithelial entstandene Leibeshöhle z. B. hat ein Epithel; einer mesenchymatös entstandenen dagegen muß ein solches fehlen. Der Theorie zufolge soll denn auch die Entstehung der Ursegmente der Anneliden — und selbstverständlich, dürfen wir wohl sagen, des *Peripatus* — eine Modifikation der epithelialen Entstehungsweise sein. Man stelle nun in Konsequenz dieser Lehre irgend jemand, der mit den ebenerwähnten

entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen nicht vertraut ist, die Frage: Zu welcher entwickelungsgeschichtlichen Kategorie müssen die Lateralsinusse und zu welcher muß die Leibeshöhle des *Peripatus* ihrem Bau und ihrer feineren Struktur nach hingerechnet werden? Er kann nur antworten, daß die Lateralsinusse eine mesenchymatöse Entstehung haben müssen, während ja die Leibeshöhle deutlich den epithelialen Charakter zur Schau trägt. Das würde eben die Forderung der Theorie sein; in der Natur geht es aber genau umgekehrt. An der Stelle der epithelial angelegten Ursegmente und ihrer Höhlungen erscheinen zuletzt Bindegewebe und Bindegewebslücken; aus den von den Ursegmenten auswandernden »mesenchymatösen« Zellen bildet sich dagegen das spätere Epithel der Leibeshöhle.

Referent hat schon bei verschiedenen Gelegenheiten Veranlassung gefunden, sich gegen einzelne, nicht ganz unwesentliche Punkte der Cölomtheorie auszusprechen [1]. Die erwähnten Kennel'schen Beobachtungen sind indessen jedenfalls vollkommen genügend, um die Theorie definitiv über den Haufen zu werfen. Nach diesen Ergebnissen noch an der Cölomtheorie festzuhalten, heißt der Natur Zwang anthun. Dabei sei bereitwilligst zugestanden, daß die genannte Lehre zur Klärung der Begriffe das ihrige beigetragen hat.

Es wurde schon oben gelegentlich erwähnt, daß die Trichter der Segmentalorgane durch eigentümliche Umbildungen eines Teils jedes Ursegments entstehen; dieselben öffnen sich demgemäß beim erwachsenen Tiere in die Lateralsinusse hinein. Der ganze übrige Teil der Segmentalorgane entsteht durch Einstülpung des Ektoderms — ein beachtenswerter Unterschied von den Anneliden, wo nicht nur der Trichter, sondern der weitaus größte Teil dieser Organe eine mesodermale Entstehung hat. Beim erwachsenen *Peripatus* sind bekanntlich schon die echten Segmentalorgane verschiedenartig differenziert: die ersten drei Paare sind sehr einfach; das sechste und alle folgenden Paare sind etwas komplizierter, und endlich das vierte und fünfte Paar sind außerordentlich kompliziert gebaut. Das Stadium des Baues, das die drei ersten Paare dauernd festhalten, stellt nun für die übrigen eine Durchgangsstufe dar, und selbst bei den kompliziertesten Segmentalorganen sind sämtliche Schlingen aus der Epidermiseinstülpung entstanden und nur der Trichter ist Derivat des mesodermalen Ursegments. — Als modifizierte Segmentalorgane haben sich auch durch Kennel's Untersuchungen mehrere andere drüsenartige Gebilde mit Sicherheit herausgestellt. So vor allem die Speicheldrüsen: diese sind die Segmentalorgane des Segments der Schleimpapillen. Sie legen sich ganz wie gewöhnliche Segmentalorgane an (vergl. oben) und die Segmenthöhlen persistieren hier als solche viel länger als in den anderen Segmenten; wie schon erwähnt, wird aber die vordere Hälfte des betreffenden Segments in die Mundhöhle eingezogen, und durch diesen Vorgang entsteht eine Querfurche, die sich zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgang für diese beiden Drüsen entwickelt

[1] Arbeiten a. d. zool.-zoot. Institut in Würzburg. Bd. VII., 3. 1885. p. 272 bis 276, sowie Kosmos, 1885. II. Bd. p. 118—119.

und die in die Mundhöhle einmündet. Der ektodermale Teil jeder Speicheldrüse wächst weit nach hinten, so daß der Trichter schließlich als kleines seitliches Divertikel erscheint. Noch beim geburtsreifen Embryo ist der offene Trichter vorhanden; beim erwachsenen Tiere fehlt er auch nicht ganz, sondern erscheint als geschlossener Blindsack. — Auch im Kiefersegment hat Verfasser ein paar Kanäle nachgewiesen, die an der Basis der Kiefer ausmünden, von hier nach hinten laufen und blind endigen; möglicherweise sind diese die modifizierten Segmentalorgane des Kiefersegments. Dieselben entstehen als Ektodermeinstülpungen, die nach hinten wachsen; aber ein mesodermaler Teil (Trichter) bildet sich gar nicht aus. Dies kann indessen eben hier weniger befremden, weil nämlich das Kiefersegment schon vorher in die Mundhöhle eingezogen worden ist und weil es mit diesem Vorgang Hand in Hand ging, daß sich das Mesoderm hier ganz in Bindegewebe und Muskulatur umwandelte sowie daß die Segmenthöhlen vollständig obliterierten. — Am hintersten Körpersegment sind die Segmentalorgane ebenso eigentümlich umgebildet: es sind die beim Männchen vorhandenen, beim erwachsenen Weibchen dagegen verschwundenen Analdrüsen. Bei beiden Geschlechtern legen sie sich indessen in ganz gleicher Weise an und erst später bilden sie sich beim Weibchen zurück. Es entsteht jederseits eine Ektodermeinstülpung, die sich mit der (hier sehr kleinen) Segmenthöhle in Verbindung setzt; diese persistiert beim Männchen vollkommen als drüsiges Gebilde und ist wohl nur dem Trichterteil der übrigen Segmenthöhlen gleichzusetzen. Somit bestehen die Analdrüsen aus einem äußeren ektodermalen und einem inneren mesodermalen Teil, ganz wie die Segmentalorgane. Dagegen sind sowohl die sogenannten Schenkeldrüsen wie auch die beiden mächtigen Schleimdrüsen, die an der Spitze der Schleimpapillen ausmünden, reine Ektodermbildungen, an deren Entstehung das Mesoderm keinen Anteil nimmt; sie sind demgemäß als Hautdrüsen und nicht als Segmentalorgane aufzufassen. Die Schleimdrüsen wachsen sehr weit nach hinten und verzweigen sich; in der Nähe ihrer Mündung erweitert sich jede zu einer Blase, einem Reservoir von bedeutendem Umfange.

Höchst wichtig sind ferner die Angaben Kennel's von der Entwickelung der Geschlechtsorgane. In aller Kürze kann gesagt werden, daß diese Organe aus den Segmentblasen des drittletzten Segments entstehen, die sich mit paarigen und unpaaren Epidermiseinstülpungen verbinden. Die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane sind sich anfangs so gleich, daß sie nicht zu unterscheiden sind; das erste Merkmal zur Bestimmung der Geschlechter bieten die oben besprochenen Analdrüsen dar. Die ebengenannten Segmentblasen bilden sich anfangs in ähnlicher Weise wie die gewöhnlichen Ursegmente aus: sie geben Muskulatur und Bindegewebe ab und der epithelial bleibende Teil läßt eine mediane und eine laterale Partie unterscheiden. Statt sich nun aber (wie in den übrigen Segmenten) aufzulösen, entwickelt sich die mediane Abteilung jeder Seite zur Geschlechtsdrüse, zum Hoden resp. Ovarium; der Hohlraum dieser ist also ein Rest der ursprünglichen dritt-

letzten Segmenthöhle. Die somit paarig angelegten Ovarien vereinigen sich später in der dorsalen Mittellinie miteinander: doch bleibt ein Septum zwischen ihren Höhlen bestehen. — Die laterale Abteilung der Segmenthöhle entwickelt sich jederseits zum proximalen Teil des Ausführungsganges der Geschlechtsprodukte; zunächst beim Weibchen entsteht daraus der Trichterabschnitt des Uterus, der aus dem Ovarium entspringt, mit den beiden Anhangsorganen, Receptaculum ovorum (»zipfelförmige Drüse« der Autoren) und Receptaculum seminis. Ersteres ist eine einfache Divertikelbildung, letzteres dagegen entsteht »aus einer scharfen Biegung des Eileiters in der Nähe der Ovarien, die so stark wird, daß zwei anfangs entferntere Punkte des Eileiters einander bis zur Berührung genähert werden«; an dieser Berührungsstelle erfolgt nun ein Durchbruch, und somit wird aus der Entwickelungsweise das anatomische Verhalten erklärlich, daß beim erwachsenen die Samentasche nicht durch einen, sondern durch zwei Kanäle in den Eileiter einmündet. Der bei weitem größere distale Teil der Uteri entsteht aus paarigen, ursprünglich seitlich und weit auseinander gelegenen Ektodermeinstülpungen, deren Mündungen später gegen die Mittellinie hingeschoben werden: hier entsteht dann nachträglich eine mediane Epidermiseinstülpung: die Anlage der Vagina. — Beim Männchen entsteht wahrscheinlich aus dem lateralen Teil der Segmentblase (»Trichterabschnitt«) nur das vom Verfasser sogenannte Vas efferens (der Verbindungsgang zwischen dem Hoden und der Vesicula seminalis); das letztgenannte Gebilde sowie die Vasa deferentia sind aus paarigen, der Ductus ejaculatorius und Spermatophorenbildner aus einer unpaaren Ektodermeinstülpung hervorgegangen.

Zwischen dem Geschlechtsapparat des Männchens und des Weibchens bestehen demnach folgende Homologien: Ovarium = Hoden; proximaler Teil des Eileiters (+ Receptaculum seminis und Receptaculum ovorum) = Vas efferens; Uterus = Vesicula seminalis + Vas deferens: Vagina = Spermatophorenbildner + Ductus ejaculatorius. — Wie schon im Bericht über den ersten Teil der Kennel'schen Arbeit kurz betont wurde, sind die ganzen paarigen Teile der Ausführungsgänge der Geschlechtsprodukte = die Segmentalorgane des drittletzten Körpersegments; nach der ausführlichen Darstellung ihrer Genese wird dies hoffentlich so einleuchtend sein, daß es nicht nötig ist, darauf näher einzugehen. — Vor kurzem hat Referent in dieser Zeitschrift (1885, Bd. II, S. 119—120) die Ansicht aufgestellt, daß die segmentierte Leibeshöhle der Anneliden aus den Höhlen der Geschlechtsfollikel niederer Tierformen hervorgegangen sei, daß mit anderen Worten Ursegmente und Geschlechtsfollikel morphologisch identisch seien. Der Nachweis, daß die Geschlechtsdrüsen des *Peripatus* umgebildete Ursegmente sind, ist natürlich eine höchst willkommene Bestätigung dieser Ansicht. Zugleich aber fordern die Kennel'schen Ergebnisse in hohem Grade auf zu einer neuen Untersuchung über die Entwickelung der Geschlechtsorgane bei den Arthropoden, besonders bei den Tracheaten, weil jene nicht gut mit den hier herrschenden Lehren in Harmonie zu bringen sind.

Aus dem mittleren Keimblatt entsteht endlich das Herz mit seinem Pericardium. Der Hohlraum des letzteren »entsteht gleich in seiner ganzen Länge, in sehr kurzer Zeit von vorn nach hinten vorschreitend als Spaltraum in den medianen Teilen des Bindegewebes, das dorsal über dem Darme liegt, und das Herz in demselben aus der Vereinigung anfangs lockerer Zellen zu einem Schlauch«. Sedgwick hatte angenommen, daß der Perikardialraum aus den oberen Teilen der Segmenthöhlen unmittelbar durch Quer- und Längsverschmelzung entstehe; dies ist jedoch unrichtig. Die oberen (medianen) Teile der Segmentblasen lösen sich, wie erwähnt, ganz in Bindegewebe auf, und aus diesem erst bilden sich nachher Pericardium und Herz.

Zu überraschenden Ergebnissen hat die Untersuchung der Entwickelung des Nervensystems geführt. Die seitlichen Nervenstämme des Rumpfes und das Nervensystem des Kopfsegments legen sich wie gewöhnlich bei Anneliden und Arthropoden gesondert von einander an. Die ersteren entstehen aus paarigen Verdickungen des Ektoderms, der Vorgang ist aber nicht so einfach, wie der Verfasser anfangs vermutet hatte. Jede solche Verdickung wird nämlich nicht unmittelbar zum Nervenstamm, sondern es bildet sich in ihr in jedem Segment ein horizontaler Spalt, und nur die dadurch abgetrennte innere Zellenmasse wird zum Nervensystem; der äußere anfangs sehr bedeutende Teil wird nach und nach reduziert; diese Anlage gliedert sich segmentweise und wird durch gewisse Wachstumsvorgänge von beiden Seiten gegen die Mittellinie hin verschoben, wo sich schließlich die rechte und linke eines jeden Segments vereinigen. Sie entwickeln sich in dieser Weise zu einigen beim erwachsenen noch vorhandenen, aber ganz rudimentären und bisher unbekannt gebliebenen, segmentweise auftretenden Organen, den sogenannten Ventralorganen des Rumpfes. Die ursprünglich breite Verbindung derselben mit den seitlichen Nervenstämmen wird beibehalten, nur wird sie bei den erwähnten Vorgängen immer länger und schmäler; zuletzt wird die Verbindung durch einen ganz feinen, dünnen, zelligen Strang hergestellt. Beim erwachsenen Tiere ist ein solches Ventralorgan »eine sehr kleine, aus wenigen Zellen bestehende Follikeleinsenkung, über welche die Cuticula ohne merkbare Einsenkung hinwegzieht«; sie liegen in der Mitte eines jeden Segments, in der Verbindungslinie zwischen den Füßchen. Verfasser deutet aus verschiedenen Gründen dieselben in funktioneller Beziehung hypothetischerweise als Organe zur Aufnahme von Flüssigkeit bei der Bewegung über feuchte Gegenstände hinweg. Ein Organ von ähnlicher Lage und Struktur kennt man bis jetzt nur bei *Phreoryctes* (das von R. Timm[1] gefundene »Bauchorgan«). — Diese Beobachtungen werfen etwas Licht auf die Vorgänge bei der Entstehung des Nervensystems der Insekten, die mehrmals beschrieben wurden[2], über deren Deutung jedoch bis jetzt keine Sicherheit erlangt ist. Besonders Hatschek hat bei den Lepidopteren eine ursprünglich

[1] R. Timm, Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg. Bd. VI. 1883.

[2] B. Hatschek, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Lepidopteren. Jenaische Zeitschrift. XI. Bd. 1877. W. Patten, The Development of Phryganids. Quart. journ. of micr. science. Vol. XXIV. 1884.

zusammenhängende ventrale Furche (seine »Primitivfurche«) zwischen den »Seitensträngen« beschrieben: diese gliedert sich nachher, und von Hatschek wurde es nun so dargestellt, als stülpe sie sich in den ganglionären Regionen tief ein und nehme an der Bildung der Ganglien teil, während sie in den kommissuralen Regionen rückgebildet werde. Referent hat selbst an Durchschnitten von Insekteneiern ähnliche Bilder gesehen und kann danach kaum zweifeln, daß man es hier mit Homologa der Ventralorgane zu thun hat. Ebenso wie aber die seitlichen Nervenanlagen bei den Insekten nahe aneinander liegen und bald miteinander verschmelzen, ebenso treten die Anlagen der Ventralorgane hier nicht bilateral, sondern gleich von Anfang an median auf. Auch hier fordern somit die referierten Ergebnisse zu weiteren Untersuchungen auf.

Die vorderen Ventralorgane des Rumpfs werden in sehr eigentümlicher Weise umgestaltet oder ganz reduziert. Dasjenige des Kiefersegments wird mit in die Mundöffnung hineingezogen und ist hier eine Zeitlang als eine seichte Einstülpung sichtbar, die mit dem Gehirn durch einen Zellenstrang in Verbindung steht (vergl. unten die Entwickelung des Gehirns). Beim erwachsenen Tier ist es vollkommen verschwunden. — Das Ventralorgan des zweiten Rumpfsegments (Segments der Schleimpapillen) wird bei der Bildung des Mundes in zwei Teile geteilt, deren jeder bald die Größe des früheren Ganzen erhält. Der vordere Teil wird in die Mundöffnung eingezogen, die er ursprünglich begrenzen hilft; schließlich kommt er jedoch in einen kleinen Blindsack unterhalb des Schlundes zu liegen. Die hintere Hälfte dagegen bleibt immer an der äußeren Haut liegen.

Wie schon erwähnt, legt sich das Nervensystem des Kopfsegments gesondert von den Nervenstämmen des Rumpfes an; die Bildungsweise des sogenannten Gehirns ist aber sehr merkwürdig. Nur der vordere größere Teil desselben ist das Nervensystem des Kopfsegments, dieses entsteht aus paarigen, ursprünglich ventral gelegenen Ektodermverdickungen, die gegen die Dorsalseite gedrängt werden und hier in der Mittellinie miteinander verschmelzen. Der hintere Abschnitt des Gehirns ist aber nicht im Kopfsegment entstanden; er ist ganz und gar Bildung des Kiefersegments, wird also als der vorderste Teil des Rumpfnervensystems (der seitlichen Nervenstämme) angelegt; indem aber die Kiefer in die Mundhöhle eingezogen werden, wird auch das Nervensystem dieses Segments gegen den Rücken hin verlagert, wo es mit dem primären Gehirn des Kopfsegments verschmilzt. Die den Schlundkopf seitlich umfassenden, herabsteigenden Verlängerungen des Gehirns, die in die seitlichen Nervenstämme des Rumpfes übergehen, gehören dem Segment der Schleimpapillen an. Verfasser benutzt diese Gelegenheit, um zu konstatieren, wie wenig mit Bezug auf die Entwickelung des Kopfes der übrigen Tracheaten hinreichend bekannt sei und wie also die gewöhnliche Deutung z. B. des Insektenkopfes nicht genügend begründet sei; vielmehr sei es dem Verfasser wahrscheinlich geworden, daß bei den höheren Tracheaten zwischen dem ursprünglichen Kopfsegment und dem ältesten Rumpfsegment sekundär neue Segmente eingeschoben werden, daß also eine Segmentierung

des Kopfes stattfinde. Bekanntlich vertreten sowohl Semper wie Kennel eine entsprechende Ansicht über die Segmentierung des Kopfes bei verschiedenen Anneliden (Naiden, *Ctenodrilus*) auf Grundlage ihrer Studien über die Knospungsvorgänge. — Es findet sich beim erwachsenen *Peripatus* noch eine besondere Gehirnabteilung, ein gestielter »Gehirnanhang« an der Ventralseite; dieser entsteht aus zwei Ektodermwucherungen, die sich in die beiden primären Gehirnanlagen einstülpen. Die Einstülpungen sind wahrscheinlich als die Ventralorgane des Kopfes aufzufassen, die sich an dieser Stelle zuschließen, von der Epidermis loslösen und zum Gehirnanhang sich vereinigen. Diese Beobachtungen haben ein bedeutendes Interesse, weil solche Gehirnanhänge auch bei anderen Arthropoden vorkommen und weil ganz entsprechende Einstülpungen (»Ventralorgane«) mehrmals bei Tracheaten beschrieben wurden (so von Sograf bei Myriapoden, von Hatschek bei Lepidopteren), ohne daß jedoch die betreffenden Untersuchungen zu befriedigendem Abschluß geführt wurden[1]. — Die Augen entstehen als Einstülpungen des Ektoderms, die sich zu Blasen schließen. Die Hinterwand der Blase verdickt sich und bildet die Retina; an ihrer dem Lumen der Blase zugekehrten Seite bildet sich Pigment und im innern der Höhle tritt die Linse auf. Die nervöse Verbindung mit dem Gehirn entsteht erst später, indem aus letzterem ein Nervus opticus hervorwächst.

Die Lektüre der angezogenen Kennel'schen Arbeit erfordert zwar eine angespannte Aufmerksamkeit wegen der Kompliziertheit der geschilderten Vorgänge; was aber dem Leser einen besonders guten Eindruck macht, ist die völlige Freiheit von allem Doktrinarismus, eine in unserer Zeit hoch zu schätzende Eigenschaft. Statt »theoretische« Luftschlösser aufzubauen, wirft sie, wie schon im vorhergehenden hervorgehoben, fast an jedem Punkt neue Fragen auf und erfordert neue Untersuchungsreihen in verwandten Gebieten. Die mit ausgezeichneten Abbildungen ausgestattete Schrift kann deshalb jedem Embryologen sehr zum Lesen empfohlen werden. R. S. Bergh (Kopenhagen).

Anthropologie.

Die Ehrlichkeit unter den sogen. „Naturvölkern".

Middendorff spricht sich in seiner »Sibirischen Reise« in folgenden Worten über das Entstehen der bekannten Ehrlichkeit und Rechtlichkeit unter den sogen. Naturvölkern aus: »Die Voraussetzung liegt nahe, und ist unentbehrlich, daß in den noch roheren Zeiten des Uranfanges, als nicht nur der Häuptling, sondern auch jedes Familienhaupt

[1] Nach Hatschek nehmen die Einstülpungen an der Bildung des Gehirns Anteil und sind „das Resultat einer jüngeren embryonalen Anpassung". Nach Sograf nehmen sie an der Gehirnbildung keinen Anteil und stellen eine „atavistische Erscheinung" dar. Sograf ist hier nach dem Zoolog. Jahresbericht für 1883, Abt. II p. 92 citiert.

nach Belieben über Leben und Tod seiner Angehörigen verfügte, so ungeheuere und augenblickliche Strafen auf Vergehen gegen die Wahrheit und Rechtlichkeit, gegen Lügen und Stehlen gesetzt waren, daß die Furcht vor solchen Vergehen nicht nur dieselben traditionell ausrottete, sondern allmählich ins Blut überging[1].«

Eine genaue Durchsicht des ethnographischen Materials lehrt uns, daß diese Anschauung Middendorff's eine unhaltbare ist.

Wir überzeugen uns mit Leichtigkeit davon, daß dem eingefleischten Raubwesen des Nomaden gegenüber selbst die fürchterlichsten Strafen machtlos sind. Aus der großen Menge des uns zu Gebote stehenden Materials citieren wir nur ein neueres Beispiel, welches gleichzeitig für die Charakteristik des Mongolen von Wert sein dürfte:

J. P. Dubrowa schildert in seiner interessanten »Reise in der Mongolei[2]« die raffinierten und geradezu unmenschlichen Strafen, denen die Diebe in der Mongolei ausgesetzt sind. Ein recht bemittelter Mongole hatte z. B. einst aus reiner Liebhaberei einen wertvollen Paßgänger bei einem Fürsten gestohlen und glücklich verkauft. Die Furcht vor der Strafe trieb den Mann, auf welchen in Berücksichtigung seiner Stellung kein Verdacht gefallen war, zur Flucht. Hierdurch wurde seine That offenbar und bald darauf geriet er auch in die Hände des Fürsten. Der Verbrecher wurde nunmehr einer Tortur unterworfen, da er seine That nicht eingestehen wollte: er wurde in horizontaler Lage an Händen und Füßen vermittelst Riemen an den Stangen der Jurta aufgehängt, unter ihm aber ein qualmendes Feuer angelegt; nun wurde er so lange mit Riemen geschlagen, bis er geständig war. Der Urteilsspruch, der diesem Geständnis folgte, lautete auf Abtrennung des linken Armes bis zum Ellenbogen und des rechten Beines bis zum Knie durch Erfrierung (der Vorgang spielte sich im Winter ab). Der Unglückliche wurde am Boden der Jurta in einer Weise festgebunden, daß er sich nicht regen konnte; die zur Erfrierung bestimmten Körperteile wurden unter dem Rand der Jurta in die freie Luft hervorgeschoben, mit Filz umhüllt, dann mit einem Pfriemen vielfach durchstochen und schließlich so lange mit Wasser begossen, bis sie erstarrt waren. Hierauf wurde der Mann entlassen. Selbstverständlich verlor er sehr bald die erwähnten Körperteile. Zu bemerken ist noch, daß der Fürst sich keineswegs mit dieser grausamen Strafe begnügte, sondern sämtliches Hab und Gut des Verbrechers, trotzdem daß es den Wert des Pferdes ums zehnfache übertraf, mit Beschlag belegte. Noch fürchterlicher ist das Abfaulen der Beine im Sommer, wobei dem gefesselten Verbrecher die Beine in schwere hölzerne Klammern geschlagen und er, jeder Möglichkeit einer Bewegung beraubt, seinem Schicksal überlassen wird[3].

Strafen, wie die eben geschilderten üben indessen kaum einen besonders abschreckenden Einfluß auf die Räuber aus. Der Bruder des

[1] Middendorff, „Sibirische Reise". Bd. IV, T. 2 1875 S. 1431.

[2] Dubrowa, „Reise in der Mongolei" Iswestija der ostsibirischen Sektion der kais. russischen geograph. Gesellschaft. Bd. XV. u. XVI. Siehe Bd. XVI 1886 S. 78 u. 79. (Russisch.)

[3] Dubrowa, a. a. O. S. 32.

ebenerwähnten Pferdediebes wurde z. B. im gleichen Jahre bei einem ähnlichen Verbrechen betroffen. Dubrowa ist der Meinung, daß mit der zunehmenden Armut unter den Mongolen auch Diebstahl und Raub häufiger werden.

Erwägen wir nunmehr, nachdem wir gesehen haben, daß die Gefahr der Strafe ungenügend ist, um dem Raubwesen Einhalt zu thun (es kann das nur bei einer Machtentfaltung geschehen ähnlich wie diejenige, welche die Russen in Russisch-Turkestan ausgeübt haben), erwägen wir, daß die bekannte Ehrlichkeit der Naturvölker gerade dort besteht, wo die Strafen für Unehrlichkeit im Vergleich mit der obenerwähnten relativ gering und vorwiegend moralischer Natur sind. Diese Ehrlichkeit bewährt sich ferner auch dort, wo die Möglichkeit einer Entdeckung des Verbrechens geradezu undenkbar ist. Die Ssamojeden vergreifen sich z. B. im Winter nie an den in den Sommerstationen der Händler zurückgelassenen Vorräten; wenn sie etwas von den Vorräten nehmen, so hinterlassen sie einen in gehöriger Weise eingekerbten Stock, um damit auszudrücken, daß sie Schuldner sind[1]. Middendorff erzählt selber davon, daß er eine Schnapstonne monatelang in der Tundra habe liegen lassen, ohne daß die Eingebornen durch dieses für sie sonst unwiderstehliche Lockmittel verführt wurden[2]. Diese Ehrlichkeit ist schließlich den Eingebornen so tiefeigen, daß sie selbst dort noch vorhält, wo dieselben unter schlimmem Einfluß und in stetiger Berührung mit betrügerischen und unzuverlässigen Elementen stehen (Ssamojeden, Ostjaken und russische Händler).

Unserer Anschauung nach läßt sich die Ehrlichkeit keineswegs gesondert von den allgemeinen Lebensformen der sogen. Naturvölker betrachten. Es ist das eine Erscheinung, welche zweifellos in unmittelbarem Zusammenhang steht mit dem primitiven und instinktiven Rechtssinn, wie er sich bei den sogen. Naturvölkern aus der primitiven Gemeinsamkeit ergibt, zu welcher sie sich, um den Kampf mit der übermächtigen Natur zu bestehen, zusammenfinden, und wie er sich in überzeugender Weise bei dem Gemeinbesitz, der Gemeindewirtschaft, der Versorgung der Arbeitsunfähigen und Witwen, der Blutrache, der Gastfreundschaft und anderen Erscheinungen der sozialen Urformen bekundet. Diese Erscheinungen in ihrem Entstehen und in ihrem Zusammenhang zu betrachten, soll die Aufgabe einer speziellen Arbeit sein.

Prof. Dr. Ed. Petri (Bern).

Botanik.

Die fossilen Ahornarten.

Der Monograph der Gattung *Acer* hat in einer einläßlichen Arbeit[3] auch die Beziehungen der fossilen Ahornarten zu den rezenten Vertretern

[1] Lansdell, „Durch Sibirien“ 1882, deutsch von Müldener. Bd. I S. 91.
[2] Middendorff, a. a. O. Bd. IV T. 2 S. 1430.
[3] Dr. Ferd. Pax, Monographie der Gattung *Acer*, in Engler's bot. Jahrbüchern, Bd. VI Heft 4 u. Bd. VII Heft 2 u. 3.

des Genus untersucht. Da sie die Basis der Phylogenie der Gattung Ahorn bilden, mag über diesen Teil der Arbeit etwas eingehender referiert werden.

Verf. hat ein schwieriges Problem, die Sichtung der fossilen Arten, mit feinem Takt zu lösen verstanden.

Sofern unsere Kenntnis einer fossilen Pflanzenart je nur auf Blattreste beschränkt ist, können selbstverständlich zu leicht Irrtümer mit unterlaufen. Ein generisches Merkmal des Blattes finden wir oftmals in der Nervatur. Die Umgrenzung einer fossilen Gattung wird daher im allgemeinen, selbst wenn das Urteil nur auf Blattreste abstellen muß, mit ziemlicher Sicherheit möglich werden. Anders die Umgrenzung der Arten. Vielleicht würde man bei fossilen Pflanzen besser den Speziesbegriff fallen lassen und dafür von Formenkreisen reden. Es würde dann leicht möglich werden, dem an lebenden Pflanzen zu beobachtenden Heteromorphismus der Blätter mehr Rechnung zu tragen, ohne daß die Speziesfabrikation ad absurdum getrieben werden müßte, indem jede Blattdifferenz zur Basis einer neuen Art gemacht wird.

Verf. scheidet zunächst 45 der Gattung *Acer* zugezählte Fossilien aus, indem er teils ihre systematische Stellung unbestimmt läßt, teils sie den Gattungen *Viburnum*, *Ficus*, *Liquidambar*, *Menispermites*, *Quercus*, *Vitis* und *Sterculia* zuweist. Indem Verf. an bestimmten Beispielen auf eine mannigfaltige Heterophyllie der Ahornblätter hinweist, die so weit geht, daß bei jeder Art Blätter sich finden lassen, »die ihrem Umriß, ihrer Teilung und Zähnung nach bedeutend von einander abweichen«, sieht er von einer Speziesaufstellung ab, faßt die fossilen *Acer*-Arten nach ihrer mehr oder weniger großen Ähnlichkeit zu »Serien« zusammen, die er seinen Subgenera oder Verwandtschaftskreisen unterordnet.

Die ältesten fossilen Reste der Gattung Ahorn erscheinen im untern Tertiär noch sehr vereinzelt; häufiger werden sie im Miocän, um im obern Tertiär in einer bedeutenden Formenzahl aufzutreten. Zugleich begegnen uns da viele »Arten«, welche zu rezenten Spezies so nahe Beziehungen zeigen, daß sie als deren direkte Vorfahren gelten können. Ahornarten, die aus der Kreideformation beschrieben wurden, kann Pax nicht als zum Genus gehörig anerkennen. Selbstverständlich schließt das durchaus nicht aus, daß der Ursprung der Gattung in diese Epoche verlegt wird.

26 fossile Arten zählt Pax dem Verwandtschaftskreise der *Rubra* zu und nennt sie deshalb *Palaeorubra*. Dieselben werden in 6 Serien zusammengezogen, dürften also 6 Arten der heutigen Ahornflora äquivalent sein. Da in der gegenwärtigen Flora nur 4 der Gruppe der *Rubra* zugehörige Arten bekannt sind, ist die Blüte dieses Stammes in das Tertiär zu verlegen. Die ältesten Fundorte hierher gehöriger Arten sind dem Oligocän zuzuzählen und finden sich in Grönland. Sie gehören 2 Serien an. In großer Mannigfaltigkeit tritt die Gruppe der *Palaeorubra* während des Miocäns auf. In 6 Serien erscheint sie nicht nur über Europa verbreitet, sondern sie tritt wenigstens in einer Serie auch im pacifischen Nordamerika auf. Aus dem Pliocän und Quaternär sind Überreste der Gruppe aus Oberitalien bekannt. So war also die Gruppe

der *Rubra*, die heute auf das atlantische Nordamerika beschränkt ist, während des Tertiärs sehr weit verbreitet, gehörte der alten und neuen Welt an. Die paläontologischen Funde lassen ferner eine schrittweise sich vollziehende Änderung im Verbreitungsareal erkennen, ein langsames Vorrücken nach Süden unter gleichzeitigem Preisgeben nördlicher Gebiete. Die nach dem Tertiär beginnende Glazialzeit dürfte die Ursache des Schwindens der Gruppe in Europa sein.

Der Gruppe der *Spicata* rechnet Verf. 10 Arten, die er auf 4 Serien verteilt, zu. Auch hier sehen wir die ältesten Repräsentanten auf arktische Gebiete, auf Grönland, Spitzbergen und in südlichster Station auf Island beschränkt. Ihre reichste Entfaltung erlangte sie wieder im Miocän. Die *Palaeospicata* dieser Zeit sind aber bereits aus dem hohen Norden nach südlicheren Gegenden gewandert: im Pliocän begegnen sie uns im südlicheren Europa, in Südfrankreich und dem Arnothal; die aus dem Quarternär bekannten Formen gehören Italien und der Schweiz an. Die *Spicata* ist die in der lebenden Flora am mannigfaltigsten entwickelte Ahorngruppe. 16 Arten gehören ihr an, die in Mitteleuropa, im mediterranen Gebiet, dem Kaukasus, in Persien, Turkestan, im Himalaya, China, Japan, im atlantischen und pacifischen Nordamerika vorkommen, deren Verbreitung also so ziemlich das Verbreitungsareal der Gattung umfaßt. Man möchte also zweifellos erwarten, daß auch in der Mannigfaltigkeit und Verbreitung der *Palaeospicata* diese Steigerung der Entwickelung nach der rezenten Flora hin zum Ausdruck käme, daß die paläontologischen Formen der Flora gerade in den jüngsten Formationen die größte Gliederung und Verbreitung zeigten. Die Thatsachen widersprechen dieser Vermutung. Ist also anzunehmen, daß vom Miocän ab eine Reduktion der Gliederung der Gruppe erfolgte und daß nach der Eiszeit der Formenkreis der *Spicata* zu einer zweiten Blütezeit sich erhob? Pax unterscheidet an den lebenden *Acer*-Arten der *Spicata* 4 natürliche Gruppen. Die artenreichste ist die Unterabteilung der »*spicati*«, zu welcher unter anderem auch der bei uns einheimische *Acer Pseudo-Platanus* gehört. Ein nächster Verwandter dieser Art ist *A. macrophyllum* Parst., eine das pacifische Nordamerika bewohnende Art. Das deutet doch wohl an, daß der Typus dieses Formenkreises ein alter sein muß. So dürfte denn gerade ein Blick in die Entwickelungsgeschichte der *Spicata* ein neuer schlagender Beweis für die oft bestrittene Unvollständigkeit der vorweltlichen Urkunde sein, dürfte von neuem uns lehren, auf welche schiefe Ebene wir kommen können, wenn bei Schlußfolgerungen aus paläontologischen Thatsachen nicht beständig unserer mangelhaften Kenntnis Rücksicht getragen wird.

Aus der Gruppe der *Palmata*, jener auf das extratropische Ostasien und das pacifische Nordamerika in ihren rezenten Arten beschränkten Gruppe, sind ebenfalls einige vorweltliche Repräsentanten bekannt. Pax zählt 4 fossile Arten hierher. Sie erscheinen später als die vorigen Gruppen, indem die ältesten hierher gehörigen Funde aus dem Übergang des Miocän zum Pliocän stammen. Da diese Arten aus Ungarn, Zentral-Frankreich, Italien und Japan stammen, ist nicht zu zweifeln, daß den *Palmata* einst ein weites Verbreitungsareal zukam, daß die heutigen

Glieder der Gruppe die Reste eines einst reichlicher entfalteten Formenkreises vorstellen.

Der *Negundo*-Gruppe, die in der lebenden Flora durch 3 Spezies in Amerika vertreten ist, zählt Pax eine fossile Art zu, *Negundo triloba* aus dem Miocän des Ober-Missouri.

In besonderem Reichtum erscheinen wieder die Vorfahren der *Campestria*. 27 fossile Arten werden zu 7 Serien zusammengefaßt. Dazu kommen 4 weitere Arten von nicht sicher zu bestimmenden Relationen. Hierher gehörige Arten treten schon im Eocän auf, und zwar in Südfrankreich. Während des Miocäns sind 6 Serien der *Palaeo-Campestria* über ganz Mitteleuropa verbreitet. Eine gleiche Mannigfaltigkeit begegnet uns im Pliocän. Die aus dieser Formation bekannten Arten sind auf 6 Serien zu verteilen. 5 derselben gehören dem zentralen Frankreich, 2 Ober-Italien und 1 Californien an. Aus dem Quaternär sind 2 Serien bekannt. Die *Palaeo-Campestria* gehören also zweifelsohne zu den ältesten Gliedern der Gattung. Ihre geographische Verbreitung während der Miocän- und Pliocänformation scheint so ziemlich der heutigen Verbreitung der Gruppe entsprochen zu haben.

Zu den *Platanoidea* rechnet Pax 9 Arten. Er teilt sie in 3 Serien. Sie beginnen mit dem Miocän, wo sie namentlich in Europa verbreitet sind. Mehr und mehr rücken sie nach Süden und zugleich nach Osten, so daß wir während des Pliocän Repräsentanten in Ober-Italien, Zentral-Frankreich und Japan treffen.

Die *Saccharina* sind durch zwei Spezies aus Ober-Ungarn bekannt und stammen aus der jüngern Tertiärzeit, Funde, die insofern von Bedeutung sind, als sie den Schluß gestatten, daß dieser gegenwärtig auf Amerika beschränkten Gruppe früher ein ungleich größeres Verbreitungsareal zukommen mußte. — Durch zwei Arten ist endlich die Gruppe der *Macrantha* repräsentiert.

Für die meisten Ahorngruppen ist also der zirkumpolare Ursprung außer Zweifel. Die geographische Verbreitung der *Palaeo-Campestria* scheint allerdings auf den ersten Blick für die an sich sehr unwahrscheinliche Annahme zu sprechen, daß einem Teil des Genus eine andere Geburtsstätte zukomme als allen übrigen Vertretern. Das älteste durch Fossilien bekannte Glied derselben stammt, wie oben erwähnt wurde, aus Südfrankreich. Wenn uns aber doch hierhergehörige Arten aus dem Pliocän sowohl in der alten als der neuen Welt begegnen, so dürfte diese Thatsache nur darin eine ungezwungene Erklärung finden, daß diese Gruppe den andern entsprechend im hohen Norden ihr Schöpfungszentrum hatte, von wo sie nach Europa und Amerika ausstrahlen konnte.

Die paläontologischen Thatsachen lehren aber nicht nur, daß das Genus einen zirkumpolaren Ursprung hat, sie lehren vor allem auch — was bis auf einen gewissen Grad mit der Lage des Schöpfungszentrums im Zusammenhang steht — daß die geographische Verbreitung des Genus während des Tertiärs eine viel gleichmäßigere war als gegenwärtig. Sie ergeben uns das wichtige Resultat, daß eine tiefgreifende Störung in der Verbreitung der einzelnen Verwandtschaftskreise erst nach

der Pliocänzeit stattgefunden hat, daß also wohl im Beginn der Eiszeit die Ursache jener Veränderungen zu suchen ist.

»Im allgemeinen ist nämlich, schreibt Pax, Amerika für die Erhaltung tertiärer Arten durch das meridionale Streichen seiner Gebirgsketten viel günstiger gebaut als die alte Welt, daher konnten sich auch dort die Gruppen besser erhalten als auf der östlichen Halbkugel. Was zunächst Europa betrifft, welches fast ganz im Bereich intensiver Vergletscherung lag, so hinderte der Gebirgswall, der sich fast ununterbrochen von den Pyrenäen an in östlicher Richtung durch den ganzen Kontinent hindurchzieht und während der Tertiärzeit an Höhe zunahm, die Nordwärtswanderung der die Eiszeit überlebenden Arten, welche doch mit dem Zurückgehen der Vergletscherung und der Erhöhung der Temperatur notwendig erfolgen mußte. In Asien dagegen boten der Himalaya und die japanischen Gebirge den Arten dauernden Schutz; wenn sie auch in den nördlichen Gegenden aus den Bergwäldern mit der Erniedrigung der Temperatur herabstiegen, so konnten sie doch die Eiszeit überdauern, da jene Gebiete völlig oder doch zum größten Teil außerhalb intensiver diluvialer Vergletscherung liegen.« In der That stimmen mit diesen theoretischen Erörterungen die gegenwärtigen Vorkommnisse von Ahornarten und Gruppen in den erwähnten Gebieten recht gut überein.

So ist denn auch die Erscheinung des Endemismus in einzelnen Florengebieten auf die lokale Erhaltung einzelner Arten zurückzuführen. Die andere Art des Endemismus ist allerdings auch zu beobachten, indem der Formenreichtum gewisser Gebiete auf gegenwärtige Entwickelungszentren hinweist. Dr. R. Keller.

Litteratur und Kritik.

Gesammelte kleinere Schriften von Charles Darwin. Ein Supplement zu seinen größeren Werken. Herausgegeben und mit Erläuterungen versehen von Dr. Ernst Krause. Leipzig, E. Günther's Verlag. 1886. VIII, 278 S. 8^0. (Darwinistische Schriften Nr. 17.)

Diese schon im vorigen Bande (1885 II. Bd. S. 228) bei Gelegenheit der Besprechung der trefflichen Darwin-Biographie desselben Verf. angekündigte Sammlung erweist sich in der That als höchst wertvolle Ergänzung der bisherigen Ausgaben von Darwin's Werken. Sind auch einige der hier aus Zeitschriften und Publikationen gelehrter Gesellschaften zusammengestellten Aufsätze und Beobachtungen vom Autor selbst den späteren Auflagen seiner größeren Werke dem Inhalt nach einverleibt worden, so ist doch weitaus die Mehrzahl derselben bisher unverwertet geblieben. Der Herausgeber hat sich seiner mühevollen Arbeit

augenscheinlich mit großer Sorgfalt und Pietät unterzogen und namentlich durch die zahlreichen erläuternden Bemerkungen den Wert der Sammlung bedeutend erhöht: dieselben geben nicht bloß Aufschluß über die Zeit des Entstehens und die Veranlassungen der einzelnen Aufsätze, sondern bieten häufig auch sachliche Erklärungen, berichten über gleichzeitige einschlagende Veröffentlichungen anderer Forscher oder über die durch solche Mitteilungen hervorgerufenen Diskussionen; auch wird der Leser bei jeder passenden Gelegenheit auf die Stelle der Biographie Darwin's verwiesen, wo von dem betreffenden Gegenstand die Rede ist.

Die Sammlung umfaßt nicht weniger als 52 kleinere und größere Schriften, welche in vier Hauptabteilungen (I. Allgemeine biologische Probleme, II. Zoologische, III. Botanische, IV. Geologische Untersuchungen) gruppiert sind. Aus I. A. Ergänzungen zur »Entstehung der Arten«, wollen wir namentlich die bisher überhaupt noch nicht veröffentlichte Beobachtung »Über die Wege der Hummelmännchen« hervorheben, die sich im Nachlaß von Prof. Hermann Müller in Lippstadt vorgefunden hat, welchem sie von Darwin zu gelegentlicher Verwertung und Weiterverfolgung übergeben worden war. Als »Nachtrag zum ‚Ausdruck der Gemütsbewegungen'« finden wir hier auch die interessante Biographische Skizze eines kleinen Kindes wiedergegeben, die seiner Zeit im I. Bande des Kosmos (S. 367) erschienen ist. Von besonderem Wert dürften unter den »Botanischen Untersuchungen« die zahlreichen genauen Beobachtungen Fritz Müller's sein, welche Darwin aus Briefen desselben an ihn veröffentlichte und welche einen neuen Beweis für die Unermüdlichkeit und Zielbewußtheit liefern, mit der jener »König der Beobachter« alle durch die Zuchtwahltheorie aufgeworfenen Fragen von jeher verfolgt hat. Eine sehr dankenswerte Beigabe bildet zum Schluß das ausführliche Register und ebenso darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Übersetzung sehr sorgfältig und auch fast durchweg leicht lesbar ist. — So stellt dieses Bändchen zusammen mit der erwähnten Biographie ein würdiges Denkmal des großen Briten dar, durch das ihn Deutschland, wie mit Stolz betont werden darf, vor allen anderen Ländern geehrt hat.

B. V.

Johannes Behrens: Beitrag zur Kenntnis der Befruchtungsvorgänge bei *Fucus vesiculosus*. Aus »Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft« Bd. IV 1886 Heft 3.

Bekanntlich hat der große französische Algenforscher Thuret an *Fucus vesiculosus*, dem Blasentange unserer Meeresküsten, zuerst die sexuelle Befruchtung nachgewiesen. Während aber Thuret meinte, daß die das weibliche Ei umschwärmenden Spermatozoiden durch Diffusion auf dasselbe einwirkten, gibt Pringsheim, der die materielle Vereinigung des Spermatozoids mit dem weiblichen Ei bei anderen Algen, *Vaucheria* und *Oedogonium*, nachgewiesen hatte, im Gegenteile an, daß die Spermatozoiden und zwar in Vielzahl in das Ei von *Fucus* eindrängen. Herr Behrens hat sich nun die Aufgabe gestellt, mit den heutigen Hilfsmitteln und

Methoden der Wissenschaft und vom Standpunkte der heutigen Forschung aus die Entwickelung der Sexualzellen und den Vorgang der Befruchtung bei *Fucus* zu untersuchen.

Was zunächst die Entwickelung der Spermatozoiden betrifft, so enthält die Mutterzelle eines jeden Antheridiums einen einzigen Kern und kleine scheibenförmige Farbstoffkörper (Chromatophoren), die den Plasmasträngen der Mutterzelle eingebettet sind. Der Kern teilt sich durch successive Zweiteilung in 64 Kerne, und gleichzeitig teilen sich die Chromatophoren in etwa ebensoviele Stücke, so daß jedem Kerne ein oder seltener zwei Chromatophoren entsprechen. Nunmehr verschwinden die Protoplasmastränge der Mutterzelle und es tritt zu jedem Kerne ein Chromatophor nebst Plasma; diese Gruppen sind durch eine hyaline Substanz von einander getrennt; aus ihnen bilden sich die Spermatozoiden.

Jedes Spermatozoid besteht daher der Hauptmasse nach aus dem an Chromatin reichen Kern; sein bekannter gelber Fleck entspricht dem verfärbten Chromatophor und ist dem aus den Plasmasträngen gebildeten Plasmamantel des Spermatozoids eingebettet; aus letzterem gehen auch ohne Zweifel die Cilien des Spermatozoids hervor, das somit einer nackten vollständigen Zelle mit Kern entspricht.

Die Mutterzelle der weiblichen Fortpflanzungszellen, also des Eies (des Oogons), hat zunächst einen großen Kern mit deutlichem Nucleolus; ihr Plasma enthält viele kleine rundliche Chromatophoren und Tropfen einer ölartigen Substanz, die mit der Reifezeit an Größe und Zahl zunehmen, hingegen keine Vakuolen. Während des Heranwachsens der Mutterzelle teilt sich ihr Kern durch successive Zweiteilung in 8 Tochterkerne, die auseinanderrücken und um die sich das Plasma der Mutterzelle in acht den Kernen entsprechenden Portionen sammelt, die von einander durch wässerige Flüssigkeit getrennt sind. Dies sind die Anlagen der jungen Eier. Die Membran der Mutterzelle hat sich indessen in zwei Schichten gesondert. Durch Quellung der inneren Membranschicht verbunden mit Lockerung des Scheitels der äußeren werden die Eier ausgestoßen, die sich danach vollständig abrunden. Ihr Kern nimmt ungefähr ein Drittel ihres Durchmessers ein; er besteht aus einer ziemlich dicken, einer Kernmembran sehr ähnlichen peripherischen Schicht, die den Kernsaft und einen großen rundlichen Nucleolus umschließt. Auffallend ist im Gegensatze zu dem Kerne der Spermatozoiden der gänzliche oder fast gänzliche Mangel einer dem Chromatinfaden entsprechenden Differenzierung, und der Verf. vermutet, daß die membranähnliche Schicht durch die peripherische Lagerung des Chromatins gebildet werde. Sehr klar tritt jedenfalls ein Gegensatz zwischen den Kernen der männlichen und weiblichen Sexualzellen hervor, da erstere reich an Chromatin, arm an Nukleolensubstanz, letztere umgekehrt reich an Nukleolensubstanz, arm an Chromatin sind.

Bringt man nun reife Eier und schwärmende Spermatozoiden in einen hängenden Tropfen, so eilen alsbald die Spermatozoiden zu den Eiern hin und bewegen sich mit ihrer vorderen Cilie tastend mehr oder weniger lange an ihnen herum. Um entscheiden zu können, ob und wie viele Spermatozoiden in das Ei eindringen, vermischte der Verf. auf hohl-

geschliffenem Objektträger eine große Zahl frischer Eier mit schwärmenden Spermatozoiden, tötete sie nach Verlauf einiger Minuten meist durch Jodlösung, färbte sie sodann und hellte sie auf. Weitaus die meisten zeigten sich befruchtet. In ihnen ließen sich zwei Zellkerne nachweisen, von denen der eine etwas größere, mit größerem Kernkörperchen versehene der ursprüngliche Kern der Eizelle, der andere kleinere und mit kleinerem Nucleolus versehene der des eingedrungenen Spermatozoids ist. In älteren Stadien haben sich die beiden Kerne zu einem einzigen vereinigt, der anfänglich neben einem Chromatin-Fadenwerk noch zwei Nukleolen von verschiedener Größe zeigt; später zeigen sie nur noch einen Nucleolus; vielleicht ist der andere in kleinere Stücke zerteilt, die im Fadennetze nicht mehr hervortreten. Die Eizelle hat durch Vakuolenbildung in ihren peripherischen Partien ihr Volumen auf das Doppelte vergrößert und außerdem eine Membran ausgeschieden. Die befruchtete Eizelle durchläuft dann schnell die schon durch Thuret bekannten Stadien der Keimung.

Hieraus geht somit hervor, daß ein Spermatozoid mit seiner Masse in die Masse des Eies eindringt, und zwar nur ein solches. Nachdem dasselbe eingedrungen, tritt sofortige Ausscheidung der Membran ein, die anderen Spermatozoiden den Zutritt verschließt. Mit der Kopulation der Zellkerne des Eies und des eingedrungenen Spermatozoids ist der Kern der ersten Zelle des Embryos gebildet.

Berlin. P. Magnus.

G. de Saporta et A. F. Marion, L'évolution du règne végétal: Les Phanérogames. (Deux volumes illustrés de 136 figures. Paris 1885. 12 frs.)

Die beiden vorliegenden Bände über das in der Überschrift genannte Thema bilden die Fortsetzung des vor wenigen Jahren von denselben Verfassern veröffentlichten Bandes über die paläontologische Entwickelung der Kryptogamen (L'évolution du règne végétal: Les cryptogames).

Wie schon Ad. Brongniart — und ihm folgend die französische Schule — betrachten auch die Verfasser die Sigillarien, die wir in Deutschland zu den Lykopodineen (Lepidophyten) zu stellen gewohnt sind, als den Phanerogamen näher verwandt, und diese Gewächse finden daher ihre Besprechung zu Beginn der vorliegenden Arbeit. Bekanntlich haben ja in den letzten Jahren besonders zwischen B. Renault und W. C. Williamson weitgehende Erörterungen über die systematische Stellung der genannten merkwürdigen vorweltlichen Pflanzengruppe stattgefunden, indem der erstgenannte Phytopaläontologe die Sigillarien für den Cykadeen verwandte Gymnospermen hält, während Williamson dieselben neben die Lepidodendren stellt, sie also für zweifellose Gefäß-Kryptogamen aus der Gruppe der Lepidophyten erklärt. Wir verzichten an dieser Stelle auf ein Eingehen in diese kritische Frage, wollen jedoch wegen des besondern Interesses, welches dieselbe beansprucht, die Stellung unserer beiden Autoren in dieser Angelegenheit betrachten.

Der wesentliche Unterschied zwischen Gefäß-Kryptogamen (Pteridophyten) und Phanerogamen besteht darin, daß bei letzteren, die speziell als eine Fortbildung heterosporer Pteridophyten erscheinen, der Embryosack (Makrospore) in dem Ovulum (Makrosporangium) auf dem erzeugenden Mutterstock bis zur Bildung eines Embryos eines ebensolchen Stockes verbleibt und daß anderseits das Pollenkorn (die Mikrospore) keine Spermatozoiden erzeugt, sondern nur einen einfachen Schlauch treibt, der die Befruchtungsvermittelung übernimmt. Im Gegensatz hierzu löst sich bei den heterosporen Pteridophyten die Makrospore vom Mutterstock, erzeugt auf ihrem Prothallium weibliche Geschlechtsorgane (die Archegonien), während die Mikrospore männliche Geschlechtsorgane (Antheridien) mit Spermatozoiden entwickelt.

Die Verfasser unterscheiden in der Entwickelung von den heterosporen Pteridophyten bis zu den Angiospermen drei Hauptstadien, nämlich 1. das »progymnosperme Stadium«, 2. das »metagymnosperme Stadium« und 3. das »proangiosperme Stadium«, und zum ersten gehören nun als Anschluß an die heterosporen Pteridophyten, ohne jedoch als Gefäß-Kryptogamen bezeichnet werden zu können, unter anderen Gewächsen die Sigillarien. Da es außer den Cykadaceen, welche sich in der Struktur ihrer Leitbündel den Sigillarien nähern, keine Repräsentanten derselben heutzutage mehr gibt und wir sie nur sehr unvollkommen zu rekonstruieren im stande sind, ist es nicht wunderbar, daß diese Gewächse bald zu den Kryptogamen, bald zu den Phanerogamen gerechnet worden sind. Wie wir oben sahen, entnehmen zwar die Verfasser wie üblich die Hauptmerkmale zur Abgrenzung der höheren Kryptogamen von den Phanerogamen der verschiedenartigen Ausbildung der Geschlechtsorgane, da diese aber bei den Sigillarien nur mangelhaft bekannt sind, jedoch der anatomische Bau der Stammteile, der genauer studiert werden konnte, auf die Cykadaceen hinweist, so gibt der letztere auch den Ausschlag in Hinsicht auf die Stellung der Sigillarien im System.

Die typischen Lepidodendren geben sich in allem als zweifellose heterospore Pteridophyten zu erkennen: nicht nur die Fortpflanzungsorgane, sondern auch die Leitbündel-Struktur stimmt bei beiden überein. Was die letztere anbetrifft, so erblicken wir im Zentrum des Leitbündels einen nachträglich nicht in die Dicke wachsenden Xylemstrang (Holzkörper), der ein Mark umschließen kann, und außen ein meist verschwundenes, also zartgewesenes, durch eine stark entwickelte Rinde geschütztes Gewebe. Die Sigillarien besitzen ein zentrales Mark, welches von einem verhältnismäßig schwach bleibenden, hohlcylindrischen Holzkörper umschlossen wird, der jedoch zweiteilig erscheint, da derselbe zu innerst aus einem auf dem Querschnitt unterbrochenen Kranz eines primär entstandenen (zentripetalen) und außen aus einem von Markstrahlen durchsetzten, sekundär entstandenen und in die Dicke wachsenden (zentrifugalen) Holzkörper zusammengesetzt wird, welcher letztere auf das Vorhandengewesensein eines Kambiums schließen läßt. Die das Leitungssystem umschließende Rinde ist mächtig entwickelt: alles Verhältnisse, wie sie sich ganz ähnlich bei den Cykadeen wiederfinden.

In das proangiosperme Stadium der Pflanzenwelt, welches am Schlusse

des ersten Bandes zur Besprechung gelangt, fällt der gemeinsame Ursprung der gegenwärtigen Monokotyledonen und Dikotyledonen. Im zweiten Bande gehen die Verfasser auf den Ursprung und die Entwickelung einerseits der Monokotyledonen (Kapitel VI), anderseits der Dikotyledonen (Kap. VII), also auf das »angiosperme Stadium« im besonderen ein. Kap. VIII gibt einen Gesamtüberblick über die Entwickelung der Phanerogamen und den Beschluß (Kap. IX) bilden Erörterungen über die Einflüsse der äußeren Verhältnisse und über die Folgen der Abkühlung der Erdpole, namentlich auf die Wanderungen und Ortsbeschränkungen der Pflanzenarten.

Knüpfen wir bezüglich der Entwickelung der Mono- und Dikotyledonen an die obigen anatomischen Erörterungen an, so wäre hervorzuheben, daß die Verfasser es für wahrscheinlich halten, daß die Leitbündel der gemeinsamen Vorfahren jener beiden Pflanzenklassen ursprünglich wie bei den Sigillarien einen wohl ausgesprochenen doppelten Holzkörper besessen haben. Bei den jetzigen Monokotyledonen, deren Bündel ja bekanntlich nicht in die Dicke wachsen (»geschlossen« sind), wäre jedoch der zentripetale, bei den Dikotyledonen (mit »offenen« Bündeln) der zentrifugale Holzteil, welcher allein in Gemeinschaft mit einem permanent neues Dauergewebe erzeugenden Kambium vorkommt, übriggeblieben, so daß Mono- und Dikotyledonen entwickelungsgeschichtlich zwei Parallelreihen vorstellen, von denen aber die Monokotyledonen sich früher als die Dikotyledonen von den gemeinsamen Vorfahren abzweigten.

Eine eingehende Berücksichtigung erfahren die Fortpflanzungsorgane. Während bei den Gymnospermen sich die Blüten von vornherein eingeschlechtig entwickeln, neigen diese Organe bei den Angiospermen zum Hermaphroditismus, der allerdings nachträglich vielfach durch Verkümmerung des Androeceums oder Gynoeceums in die Diklinie übergeht, welche ja für die Erreichung der Kreuzbefruchtung von besonderem Vorteil ist. Allein es ist auffallend, wie in einem weiteren Entwickelungsstadium diese letzte Entwickelungsrichtung wieder aufgegeben wird, ja sogar eher im Rückgange begriffen ist, und man geht wohl nicht fehl, wenn man den Grund dieser Erscheinung in dem Auftreten der Blumen sieht, d. h. in der Thatsache, daß bei vielen Gewächsen durch eine später erworbene, kompliziertere Gestaltung ihrer Blütenorgane im Zusammenhang mit der von Insekten übernommenen Befruchtungsvermittelung die Kreuzbefruchtung von diesen Gewächsen in der vollkommensten Weise auch auf anderem Wege erreicht wird.

Wir können die Saporta-Marion'sche Arbeit jedem, der bestrebt ist, ein tieferes Verständnis für unser heutiges natürliches Pflanzensystem zu gewinnen, und der einen Überblick über die Phytopaläontologie sucht, angelegentlichst empfehlen. Dr. H. Potonié (Berlin).

Untersuchungen über Elektrizität. Von Gaston Planté. Nach der zweiten Ausgabe des Originalwerkes ins Deutsche übertragen von Dr. Ignaz G. Wallentin, k. k. Professor. Mit 89 im Text befindlichen Figuren. Wien, 1886. Alfred Hölder. VI, 270 S. gr. 8°.

Wir glauben der vom »Kosmos« befolgten Tendenz zu entsprechen, wenn wir die ersten Abschnitte des vorliegenden gehaltreichen Werkes, welche sich vorwiegend auf Experimentalphysik und physikalische Technik bezeichnen, kürzer behandeln und dafür etwas ausführlicher bei dessen zweiter Abteilung verweilen, welche die vorher gewonnenen Theorien in höchst anregender Weise für terrestrische und kosmische Physik zu verwerten weiß. Herr Planté sucht seine Lebensaufgabe im Studium des von Gautherot und dem phantasiereichen Ritter zu Anfang dieses Jahrhunderts entdeckten »Sekundärstroms« resp. »Polarisationsstroms«, der stets im Gefolge des eigentlichen galvanischen Stromes aufzutreten pflegt. Es wird dargethan, wie in mannigfachster Variation des Grundversuchs solche Ströme erzeugt, beobachtet und auf ihre Stärke geprüft werden können; es werden die Ursachen ergründet, welche bewirken, daß bei Unterbrechung des Hauptstroms und bei sofort daran sich anschließender Wiederherstellung des Stromkreises im Voltameter ein schwächerer und entgegengesetzt gerichteter Strom sich einstellt. Als solche Ursachen werden gewisse chemische Veränderungen der Elektroden nachgewiesen. Die Physiker stellten sich nun zunächst die Aufgabe, diese unter gewöhnlichen Umständen hinderliche Gegenströmung zu neutralisieren, und erreichten diesen Zweck mittels sogenannter »konstanter« Batterien; Planté im Gegenteil suchte die Sekundärströme sozusagen zu kondensieren und für das wichtige Problem der »Akkumulation« der Voltasäule nutzbar zu machen. Dieses Problem löst er mit Hilfe seiner »Sekundärbatterien«, die er uns aufs ausführlichste beschreibt und in ihrer Eigenschaft als Kraftaufspeicherer kennzeichnet. Es leuchtet ein, daß solche Apparate, in denen Elektrizität von beliebig starker Spannung verhältnismäßig leicht anzusammeln ist, sich vorzüglich für gewisse technische Zwecke eignen. So bedient man sich ihrer mit Vorteil in der Middendorpf'schen Galvanokaustik, bei der Beleuchtung dunkler Hohlräume, wie sie namentlich die Laryngoskopie verlangt, beim Minenzünden, sowie auch bei optischen und physiologischen Experimenten.

Ganz besonders merkwürdige Phänomene treten aber ein, wenn man Ströme von solch starkem elektrischem Potential durch Flüssigkeiten hindurchgehen läßt. Hier ist in erster Linie der Lichthülle zu gedenken, welche beim Eintauchen des negativen Platindrahtes sich um diesen herum bildet und deren Farbe von dem Grade der Spannung abhängig ist. Bei gehöriger Kraftentwickelung kann man es dahin bringen, daß der positive Poldraht unter lebhafter Funkenentwickelung schmilzt und sich verflüchtigt, während aus dem negativen eine Lichtkugel sich abzusondern scheint. Es gelang Herrn Planté so, Lichtbüschel aller Art, sphärische und sonderbar geformte sphäroidische Flammen zu erhalten. Der kugelförmige elektrische Funke hinterläßt, auf der Oberfläche eines Kondensators dahinwandernd, die eigenartigsten Zeichnungen. Auch Kronen, Lichtbogen, Spiralen lassen sich so erzeugen; auf eine ganz

besonders auffällige Wirbelbewegung, welche Planté schon früher bei der Elektrolyse gewisser Flüssigkeiten entdeckte, glaubt Referent zuerst im Jahrgang 1875 der »Zeitschrift für math. und naturw. Unterricht« die Aufmerksamkeit deutscher Forscher gelenkt zu haben (Planté-Wallentin, S. 142). Unter anderem gelingt es dem Verfasser auch, mit Hilfe der Elektrizität auf Glas zu gravieren und äußerst feine Zerstäubungen des Wassers derart hervorzubringen, daß dessen kleinste Teile dabei trotzdem noch immer im pulverisierten Zustande verbleiben.

Eine in die Augen springende Analogie waltet zwischen den erwähnten Lichtkugeln und jenen Blitzerscheinungen ob, welche man früher allgemein als Meteore und nicht als eine Spezialform der elektrischen Ausgleichung auffassen zu sollen glaubte, welche aber neuerdings als »Kugelblitze« das vollständige Bürgerrecht in der Lehre von der atmosphärischen Elektrizität erhalten haben. Es sind dieselben nach Planté wirkliche Kugeln, die einerseits aus verdünnter glühender Luft und anderseits aus entsprechend beschaffenen Gasen, Zerlegungsprodukten des Wasserdampfs, zusammengesetzt sind. Unter Umständen tritt an die Stelle des Kugelblitzes der »Perlenblitz«, welchen der Verfasser so glücklich war, in besonders kräftiger Entfaltung am 18. August 1876 zu Paris beobachten zu können, ein Blitzstrahl, der aus einer sehr großen Anzahl eng aneinander gereihter leuchtender Kügelchen zu bestehen schien. Der Perlenblitz scheint den Übergang vom gewöhnlichen Zickzackblitz zum eigentlichen Kugelblitz zu charakterisieren. — Eine weitere Analogie ist zu konstatieren bei der Betrachtung der Leuchtgarben von Wasserkugeln, die Planté im ersten Teile seines Buches geschildert hat, und bei der Betrachtung des Hagels; letzterer, diese arge Crux der Geophysiker, wäre demzufolge das Ergebnis der Wiedergerinnung des zerstäubten und unter dem Einflusse der elektrischen Entladung verdampften Wassers der Wolken, welche in den höheren und kälteren Regionen unseres Luftkreises vor sich geht. Nicht minder dürften der Ansicht Planté's gemäß auch die Tromben dem von ihm umschriebenen Erscheinungskomplexe angehören, zumal die spiralige Drehung dieser Luftwirbel mit einem für die Nord- und Südhalbkugel verschiedenen Drehsinn sich einfach unter dieser Voraussetzung erklärt. Ja sogar die noch immer nicht völlig aufgeklärten Spiegelschwankungen (Seiches), welche manche Seen in allen Erdteilen — vorzugsweise aber diejenigen der Schweiz — aufweisen, werden mit dem früher als »elektrische Springflut« bezeichneten Versuche in ursächliche Verbindung gebracht. Die Lichtbrücken ferner, welche Planté elektrolytisch herzustellen vermochte, ähneln mit so überraschender Treue den Polarlichtern, daß auch diese als durch einen positiv elektrischen Strom bedingt anzusehen sind; die Einzelheiten der Planté'schen Erklärung weisen allerdings den bestehenden Nordlichttheorien, sowohl derjenigen De la Rive's wie derjenigen Lemström's gegenüber nicht unerhebliche Abweichungen auf. Die auf Seite 142 erörterten Wirbel möchte Planté mit den spiralförmigen Nebelflecken (Haar der Berenice, Jagdhunde), die Durchbohrungen kraterförmiger Gestalt, welche seine stark gespannten Ströme zuwege brachten, möchte er mit der Struktur der Sonnenflecke vergleichen.

Die vorletzte (fünfte) Abteilung widmet sich vornehmlich dem Studium der Funkenerscheinungen, zu deren kräftiger Darstellung eine eigene »rheostatische Maschine« konstruiert wird. Über die Gestalt der Funkenwege und über die Lichtenberg'schen Figuren erhalten wir ganz neue Aufschlüsse. Zum Schlusse sucht der Verfasser sein massenhaftes Erfahrungs- und Versuchsmaterial für die Theorie der Elektrizität auszunutzen, welche »als eine Bewegung der ponderabeln Materie betrachtet werden kann, und zwar als eine Transportbewegung einer sehr kleinen Masse der Materie, die mit sehr großer Geschwindigkeit begabt ist, wenn es sich um die elektrische Entladung handelt, als eine sehr schnell verlaufende Vibrationsbewegung der Moleküle der Materie, wenn es sich um die in die Entfernung vor sich gehende Transmission der Elektrizität unter der dynamischen Form oder um ihre Manifestation an der Oberfläche der Körper unter der statischen Form handelt«.

Es war sehr wohlgethan von Professor Wallentin, die originellen Forschungen Planté's, die auch da, wo sie stark mit Hypothesenbildung versetzt sind, durchaus ein geistvolles Gepräge tragen, uns Deutschen näher zu bringen, und zwar in einer so lesbaren und verständlichen Übertragung. Nicht minder verdienen die französische und die deutsche Verlagshandlung Dank für die trefflichen figürlichen Darstellungen, mit denen das Werk reichlich versehen ist, sowie für die sonstige geschmackvolle Ausstattung.

Ansbach. S. Günther.

Die Dämmerungserscheinungen im Jahre 1883 und ihre physikalische Erklärung. Von A. Kiessling, Professor am Johanneum zu Hamburg. Mit fünf Holzschnitten. Hamburg und Leipzig. Verlag von Leopold Voß. 1885. 53 S. 8^0.

Es ist dies unseres Wissens die erste systematische Monographie über jenes eigentümliche Problem der meteorologischen Optik, welches die Natur in den letzten Monaten des Jahres 1883 auf die Tagesordnung gesetzt hat. Der Verfasser bemerkt zutreffend, daß nicht sowohl prinzipiell, sondern vielmehr nur graduell die Dämmerungserscheinungen jener Zeit sich von jenen unterschieden, welche man wohl auch unter gewöhnlichen Verhältnissen wahrnimmt, er wirft dann weiter die Frage auf, mit welchem Rechte man von Anfang an zur Erklärung der Anomalie die vulkanischen Katastrophen einer jüngst vergangenen Zeit herbeigezogen habe, und zeigt dann durch vergleichende Nebeneinanderstellung verschiedener Berichte aus allen Teilen der Erde, daß in der That die ungewöhnliche Färbung der Sonne allenthalben durch eine außerordentlich intensive Erfüllung der Atmosphäre mit Staubmassen bedingt war. Es erhebt sich nun aber die generell wichtige Frage, ob denn überhaupt der letzterwähnte Umstand Farbenspiele der fraglichen Art hervorzubringen vermögend ist, und Professor Kiessling sah sich deshalb veranlaßt, die optischen Eigenschaften fein verteilter Festkörper, rauchartiger Verbren-

nungsprodukte und künstlich erzeugter Nebel einer gründlichen experimentellen Untersuchung zu unterziehen.

Da fand sich denn, daß zwar unter allen Umständen jedes solche Körperchen, welches den eindringenden Lichtstrahlen in den Weg kommt, für sich eine Beugung der Strahlen bewirkt, wie es auch nach den Grundsätzen der Undulationstheorie nicht anders sein kann, daß jedoch eine irgend lebhafte Farbenentwickelung nur dann sich ergibt, wenn die einzelnen Diffraktionspartikeln nahe die gleiche Größe besitzen und auch annähernd gleichmäßig im Raume verteilt sind. Der Versuch lehrte ferner, daß ein dem Zustandekommen der Erscheinung günstiger »homogener« Nebel sich nur dann bildet, wenn in gleichmäßig mit Feuchtigkeit gesättigter Luft zugleich eine nicht große Quantität sehr feinen Staubes gleichmäßig verteilt ist. Auch die gewöhnlichen Dämmerungserscheinungen, deren einzelne Phasen im Anschluß an die mustergültigen Arbeiten v. Bezold's eingehend geschildert werden, gelangen unter der genannten Bedingung zu ihrer höchsten Entfaltung. Da nun durch die Eruption von Krakatau nachweislich enorme Massen differenzierten Vulkanstaubs in hohe Luftregionen emporgetrieben wurden, so ist der physikalische Zusammenhang zwischen dem geodynamischen und dem optischen Phänomen hinreichend aufgeklärt. Der »Nebelglühapparat«, mittels dessen die mitgeteilten Thatsachen gewonnen wurden, ist in einem Anhang sorgfältig beschrieben.

Als wichtige Ergänzungen zu Kiessling's Schrift machen wir noch die von dem gleichen Verfasser in Jahrgang 2, Heft 5 der Zeitschrift »Das Wetter« veröffentlichte Abhandlung über die Farbenaureole der Sonne — »Bishop's Ring« — sowie Dufour's Aufsatz »Les lueurs crépusculaires de l'hiver 1883—84« in tome XIII der waadtländischen »Archives des sciences physiques et naturelles« namhaft.

Ansbach. S. Günther.

Darstellung und Kritik der Grundsätze des Materialismus. Ein Beitrag zur Bewahrung und Erneuerung des deutschen Geisteslebens. Von Hermann Stüven. Verlag von Hermann Seippel. Hamburg 1885. 8^0. 55 S.

Vorstehendes Schriftchen ist zu dem Zwecke geschrieben, »die Haltlosigkeit der materialistischen Weltanschauung in ihren entscheidenden Positionen darzulegen und den Nachweis zu führen, daß die Resultate der von Kant in seiner ‚Kritik der reinen Vernunft' angestellten Untersuchung für alle Zeiten unerschüttert feststehen.« Ersteren Zweck müssen wir als nicht erreicht und den Nachweis als nicht geführt bezeichnen. Was ist denn das Resultat der Vernunftkritik? Der Idealist wird mit gutem Rechte sagen, daß Natur und Geistesleben idealistisch gedeutet werden müssen, der Materialist wird mit demselben Rechte behaupten, daß dem Wesen beider nur auf dem Wege der Beobachtung beizukommen sei. Beide Behauptungen können durch Stellen aus der Vernunftkritik ausreichend begründet werden. Es kommt also nur darauf an, welche

Seite man in Kant betont und welche man unterdrückt. Bei diesem Verfahren wird aber in der Regel das bleibende Verdienst der Vernunftkritik völlig außer acht gesetzt. Und dieses finden wir allein in der Ein- und Durchführung der kritischen Methode. Sehen wir zu, wie es in diesem Punkte bei unserm Verf. steht.

Derselbe untersucht zunächst den Büchner'schen Satz: die Materie denkt. Er kommt zu dem sehr richtigen Schluß, daß die Materie ein Gegenstand unserer Vorstellung sei und nicht etwas, das rein für sich bestehe. Wenn wir nun sehr gerne zugeben, daß das dem Begriffe Materie kongruente Reale nicht existiert, folgt dann daraus, daß auch die sinnlich wahrnehmbaren Dinge, deren gemeinsame Merkmale wir in diesem Begriffe zusammengefaßt haben, gleichfalls nicht existieren? Keinesfalls! Hier liegt ein schwerer Fehlschluß vor, zu welchem leider Kant die Veranlassung gegeben hat, welcher aber gehoben werden wird, wenn man den von ihm eingeschlagenen kritischen Weg weiter verfolgt. Schon aus diesem Grunde können die Resultate der Vernunftkritik nicht als für alle Zeiten unerschüttert angesehen werden. S. 28 und 29 polemisiert der Verf. gegen die Art und Weise gewisser Materialisten, die Begriffe Materie und Atom mit beliebigen Prädikaten auszustatten und dann aus diesen willkürlich aufgestellten Begriffen Folgerungen zu ziehen, die mit dem Anspruche auftreten, den wirklichen Kausalnexus darzuthun. »Wir müssen,« sagt er, »es entschieden zurückweisen, daß man in die Atome alles hineinverlegt, was eben als Problem gegeben ist, und sich hernach rühmt, die einzig sichere und natürliche Welterklärung geliefert zu haben.« Wir erkennen an, daß auch diese Zurückweisung durchaus berechtigt ist. Aber verfährt denn der Verf. im wesentlichen anders? Den Satz: die Materie denkt, hält er für irrig; den andern aber: die Seele oder der Geist denkt, findet er selbstverständlich. Und doch läßt sich gegen diesen zweiten dieselbe Argumentation geltend machen, die der Verf. gegen den ersten in Anwendung bringt. Denn wenn eine denkende Seele als Realgrund des Denkens gesetzt wird, so ist freilich das Denken erklärt, aber doch nur in formaler Hinsicht; denn man hat das in den Begriff »hineinverlegt, was eben als Problem gegeben ist«. Was vertritt nun der Verf.? Den dogmatischen Idealismus! Und was bekämpft er? Den dogmatischen Materialismus! Hier können wir ihm leider nicht die Bemerkung ersparen, daß er sich nicht einmal auf der Höhe der Vernunftkritik befindet; denn diese erweist beide Systeme, also nicht bloß den dogmatischen Materialismus, wie der Verf. meint, für gleich falsch.

In Kap. III und IV wird die Auffassung zu widerlegen versucht, welche von den Materialisten bezüglich der Ethik und der Gottesidee geltend gemacht wird. Ref. sieht sich hier kurz zu der Erklärung veranlaßt, daß er die vom Verf. vorgebrachten Ansichten für unhaltbar ansieht und die der Angegriffenen (Feuerbach, Büchner) als in keiner Weise dadurch bedroht betrachtet. Doch muß er sich hier eingehenderer Ausführungen enthalten, weil er Bedenken trägt, so ernsthafte Probleme in der flüchtigen Manier des Verf. zu behandeln. Anerkannt muß schließlich noch werden, daß dieser durchweg eine maßvolle, von

zelotischem Eifer freie Haltung bekundet. Solche, welche von vornherein auf dem Standpunkte des Schriftchens stehen, dürften daraus nützliche und stärkende Anregungen schöpfen. Ihnen sei es hiermit empfohlen. Zweifelnde aber dürften dadurch nicht beruhigt und Ungläubige nicht bekehrt werden.

Bibliographie.

Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie. Herausgegeben von **A. Engler.** Bd. VII, Heft 1, 2 u. 3.

Emil Köhne: Die geographische Verbreitung der Lythraceae, mit einer Karte. (1. Heft pag. 1—61.) Referat folgt.

Franz Krašan: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der mitteleuropäischen Eichenformen. Referat folgt.

E. Hackel: Die kultivierten *Sorghum*-Formen und ihre Abstammung. Alle kultivierten *Sorghum*-Formen stammen von Varietäten des *Andropogon arundinaceus spontaneus* ab. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden, die auch zur Reifezeit zähe und unzerbrechliche Ährenachse der Kulturformen, entwickelte sich erst durch die Kultur. Denn so unvorteilhaft dieses Merkmal für die spontanen Formen wäre, da es deren Verbreitung außerordentlich beeinträchtigte, so vorteilhaft ist es für den Landwirt, dem es darum zu thun ist, die völlig ausgereiften Früchte so vollständig als möglich einzuernten. Wenn daher die Stammform der Kulturformen in bezug auf die Zähigkeit der Spindel einigermaßen variierte, und dies finden wir noch heute bei *A. halepensis*, so mußten die Exemplare mit am wenigsten brüchiger Spindel zur Reifezeit die relativ größte Zahl von Früchten tragen, und selbst wenn der Mensch nicht bewußterweise gerade diese Früchte zur Nachzucht wählte, so mußte doch im Laufe vieler Generationen die Anzahl der verspätet und endlich gar nicht mehr abfallenden Früchte immer zunehmen, eben weil sie am sichersten in die Ernte gelangten.

Dr. Ferd. Pax: Monographie der Gattung *Acer*. Spezieller Teil. 2. Heft pag. 175—205 und 3. Heft pag. 207—263.

O. Penzig: Einläßliches Referat über Beccari's neuere Arbeiten über die myrmekophilen Pflanzen des malaiischen und papuasischen Archipels.

Botanisches Zentralblatt, herausgegeben von Dr. **O. Uhlworm** und Dr. **W. J. Behrens.** Bd. XXV (Januar bis März 1886).

Warming: Über die Biologie der Ericineen Grönlands. Nr. 1. — Während seiner Reise nach Grönland (1884) untersuchte der bekannte dänische Botaniker folgende Ericineen hinsichtlich der Bestäubungsvorrichtungen: *Pyrola Grönlandica*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Phyllodoce coerulea*, *Cassiope tetragena*, *Cassiope hypnoides*, *Loiseleuria procumbens*, *Rhododendron lapponicum*, *Ledum palustre*, *Vaccinium vitis idaea* var. *pumilum* und *V. uliginosum* var. *microphyllum*. — Alle sind Insektenblütler. Sie sondern mit Ausnahme von *Pyrola* Honig ab. Die Basis des Fruchtknotens oder des Griffels wird von den Nektarien umgeben. Wohl zum Schutze derselben liegen über ihnen von der Krone oder von den Staubgefäßen ausgehende Haarbildungen. Bei den mit glockenförmigen und nickenden Blüten versehenen Gattungen sind die Antheren mit Borsten versehen. Indem das Insekt an sie anstößt, wird die Anthere erschüttert und der Pollen wird herausfallen. Warzen oder Borsten an Antheren mögen dazu dienen, den Widerstand gegen den Insektenrüssel zu erhöhen, also die Erschütterung kräftiger zu machen. Bei besonders weiten (*Pyrola* und *Ledum*) oder besonders engen Kronenröhren (*Phyllodoce*) fehlen dieselben. In diesem Fall wird die Anthere vom Insektenrüssel auch so angestoßen werden. Selbstbestäubung ist wegen der Stellung der Narbe zu den Antheren in den meisten Fällen leicht möglich. Bei verschiedenen grönländischen Spezies scheint geradezu das Bestreben vorhanden zu sein, die Selbstbestäubung zu erleichtern durch Verkürzung des Abstandes zwischen Antherenporen und Narbe,

eine Anpassung, welche mit der Armut Grönlands an Insekten in Verbindung zu setzen ist.

Wittrock: Über die Geschlechterverteilung bei *Acer platanoides* L. und einigen andern Ahornarten. Nr. 2. — Bei *A. platanoides* finden sich männliche und weibliche Blüten. Die letztern, scheinbar Zwitterblüten, sind eingeschlechtig, da die Antheren der Staubgefäße sich nicht öffnen. Fünferlei Infloreszenzen werden beobachtet: 1. solche, die nur weibliche Blüten enthalten, 2. solche, bei welchen die zuerst entstehenden Blüten weibliche, die spätern männliche sind, 3. solche, wo die zuerst entwickelte Gipfelblüte männlich, die folgenden teils männlich, teils weiblich, die zuletzt entstehenden fast ausschließlich männlich sind, 4. solche, bei denen die zuerst entwickelten Blüten männlich, die spätern weiblich sind und 5. solche, wo alle Blüten weiblich sind. Gewöhnlich enthält ein Baum nur eine dieser Infloreszenzformen. Die Blütenverhältnisse verraten also eine ganz eigenartige hochgradige Anpassung kreuzweiser Bestäubung.

Dalitzsch: Beiträge zur Kenntnis der Blattanatomie der Aroideen. Mit 1 Tafel. Nr. 5—11. — Trotz bestimmter anatomischer Eigentümlichkeiten, die auf den direkten Einfluß des Standortes zurückzuführen sind, wie z. B. das Auftreten oder Fehlen großer intercellularer Luftgänge, bleiben eine Reihe von Merkmalen übrig, die zur systematischen Gruppierung verwertet werden können. Die 3- oder 4strahligen sternförmigen Zellen des Schwammparenchyms sind für fast alle Aroideenblätter charakteristisch. Gewisse Gattungen sind durch ein zwischen Blattstiel und Blattspreite ausgebildetes Polster ausgezeichnet, eine Art von Gelenk, dazu dienlich, die Spreite unter dem Einfluß des Lichtes auch an alten Blättern zu einer Drehung zu befähigen. Als weitere einzelne Gruppen kennzeichnende Merkmale werden angegeben: das Fehlen oder Vorhandensein intercellularer Sklerenchymfasern und Milchröhren.

Kjellman: Über das Vordringen der Ausläufer im Boden. Nr. 9. — Dem Vordringen eines unterirdischen Ausläufers stellt der Boden einen nicht unbedeutenden Widerstand entgegen, der dahin geht, die Stolonen zurückzuschieben, also sie aufwärts oder abwärts zu biegen. Es zeigen sich nun verschiedene Anpassungen an den Ausläufern, die darauf gerichtet sind, ein weiteres Vordringen zu ermöglichen. Die Steifheit beruht in vielen Fällen auf dem starken Turgor der parenchymatischen Gewebemassen. Die beträchtlichen Wassermengen, welche hierzu erforderlich sind, werden aber nicht nur durch das Hadrom zugeführt. Vielmehr wird der Ausläufer in seiner ganzen Länge von einem Absorptionssystem umgeben, das von außen her demselben Wasser zuführt und wohl auch durch die kräftigen Absorptionshaare zu seiner Fixierung beiträgt *(Mercurialis perennis)*. In anderen Fällen *(Circaea lutetiana)*, wo das Absorptionsgewebe fehlt, ist der Ausläufer reich an wasserbindendem Schleim. Abstehende oder selbst rückwärts gerichtete Niederblätter dienen gleich Widerhaken zur Fixierung. Noch in andern Fällen wird die Steifheit der Stolonen durch frühzeitig entwickelte, stereomatische Gewebe bedingt und zwar teils durch einen sehr mächtigen Libriformmantel, teils durch die in der primären Rinde zerstreuten Steinzellen *(Biota orientalis)*.

Lundström: Einige Beobachtungen über die Biologie der Frucht. Nr. 10. — An *Calendula*-Arten werden im gleichen Fruchtstand dreierlei verschiedenen Verbreitungsweisen angepaßte Fruchtformen nachgewiesen. 1. Wind-Früchte. Die äußere Fruchtwand ist als Flugwerkzeug ausgebildet, so daß die Früchte nachen- oder schalenförmig werden. 2. Haken-Früchte. An der Rückenseite sind zahlreiche auswärts gerichtete Haken, die an ihrer Spitze gekrümmt sind. Zwischen beiden Typen sind zahlreiche Übergänge vorhanden. 3. Larven-ähnliche Früchte. Sie sind stark gebogen, die äußere Fruchtwand wellenförmig gefaltet, so daß sie zusammengerollten Mikrolepidopteren-Raupen ähnlich sind. Diese Fruchtform verrät also eine eigentümliche Mimikry, deren Vorteil darin liegen möchte, daß insektenfressende Vögel durch die Form getäuscht sie aufnehmen und dadurch für ihre Verbreitung sorgen. Auch in der Gattung *Dimorphotheca* wird die Heterokarpie beobachtet; neben platten Wind-Früchten kommen auch larvenähnliche Früchte vor, die mit den Larven bestimmter Käfer große Ähnlichkeit haben.

Ausgegeben den 30. Juni 1886.

KOSMOS.

Zeitschrift

für die gesamte Entwickelungslehre,

unter Mitwirkung zahlreicher namhafter Forscher

herausgegeben

von

Dr. B. Vetter.

Jahrgang 1886. Zweiter Band.

Juli — Dezember.

(Der ganzen Reihe X. Jahrgang. XIX. Band.)

Mit mehreren Holzschnitten.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1886.

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg. Carl Grüninger. Stuttgart.

Abhandlungen.

Seite

Bergh, Dr. R. S., Die Entwickelungsgeschichte der Anneliden, mit besonderer Rücksicht auf das sog. mittlere Keimblatt und das Zentralnervensystem 401

Carneri, B., Duldsamkeit 111

— — Sidgwick, Wallace, Du Prel und die Lehre Darwin's 321

Herzen, A., Grundlinien einer allgemeinen Psycho-Physiologie. 27. 99. 361. 419

Korschelt, Dr. Eugen, Über die Entdeckung eines dritten Auges bei Wirbeltieren. (Mit 4 Holzschnitten.) 176

— — Über die Teilbarkeit und das Regenerationsvermögen einzelliger Tiere. (Mit 6 Holzschnitten.) 266

— — Über die geschlechtliche Fortpflanzung der Einzelligen und besonders der Infusorien. (Mit 5 Holzschnitten.) 438

Krause, Dr. Ernst, Über die Nachteile der einseitigen Anpassung. Eine retrospektive Betrachtung 161

Loew, E., Eine Lippenblume mit Klappvisier als Schutzeinrichtung gegen Honig- und Pollenraub 119

— — Während der Blütezeit verschwindende Honigsignale 194

Meyer, Prof. Dr. E. von, Das neue Element Germanium, nebst Bemerkungen über das periodische System der Elemente 275

Müller, Fritz, Ein Züchtungsversuch an Mais 22

Müller, Dr. Wilh., Über die Gewohnheiten einiger Oncideres-Arten . . . 36

— — Schutzvorrichtungen bei Nymphalidenraupen 351

Rau, Albrecht, Kant und die Naturforschung. Eine Prüfung der Resultate des idealistischen Kritizismus durch den realistischen. II—V. 1. 81. 241. 338

Schmitz, A., Das Unendliche in Mathematik und Philosophie. (Mit 3 Holzschnitten.) 185

Tagesfragen.

Vetter, B., Die Paul von Ritter'sche Stiftung in Jena 38

— — Die Pflicht der Wissenden 374

— — Die Paläontologie vor dem Kongreß der Vereinigten Staaten 378

Wissenschaftliche Rundschau.

Biologie.

Düsing, Dr. C., Die Dauer des Lebens bei höheren und niederen Tieren. 42. 123

Zoologie.

Dalla Torre, Dr. v., Bio-psychologisches aus der Vogelwelt 379

Düsing, C., Über die Färbung und Zeichnung der Tiere 382. 453

Korschelt, Dr. Eugen, Zur Phylogenie der Cetaceen 210

— — Vermehrung durch Querteilung bei Medusen 300

— — Ein schmarotzender Süßwasser-Cölenterat 303

Müller, Fritz, Critogaster und Trichaulus 54

Notthaft, Dr. J., Die Verbreitung der Kreuzotter in Deutschland . . . 219

Botanik.

Seite
Keller, Dr. Robert, Über die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen . . . 56
— — Über die geographische Verbreitung und die phylogenetische Entwickelung der Lythraceae 221
Magnus, P., Eine neue Art des Tierfangs bei karnivoren Pflanzen . . . 394

Physik.

Fuchs, K., Die Wärmebewegungen gravitierender Moleküle 60
— — Müllenhoff's Arbeiten über den Flug der Tiere. (Mit 1 Holzschnitt.). 136

Philosophie.

Wernicke, Dr. A., Du Bois-Reymond's Weltbild im Rahmen einer modernen Scholastik 198. 280
Rau, Albrecht, Kant's Theorie der Erfahrung 291

Litteratur und Kritik (inkl. Bibliographie).

Agassiz', Louis, Leben und Briefwechsel. Herausgegeben von Elizabeth Cary Agassiz. Deutsche Ausgabe von C. Mettenius 464
Binet, Alfr., La psychologie du Raisonnement. Recherches expérimentales par l'hypnotisme 469
Brezina, Dr. Aristides, Methodik der Krystall-Bestimmung 480
Busemann, L., Naturkundliche Volksbücher, allen Freunden der Natur gewidmet. 2 Bände 473
Carneri, B., Entwickelung und Glückseligkeit. Ethische Essays 396
Cohn, Gustav, System der Nationalökonomie. Band I. Grundlegung . . . 239
Deubler, Konrad, Tagebücher, Biographie und Briefwechsel des oberösterreichischen Bauernphilosophen. Herausgeg. von Prof. Arnold Dodel-Port 397
Dewitz, Dr. H., Anleitung zur Anfertigung und Aufbewahrung zootomischer Präparate für Studierende und Lehrer 470
Dilthey, Wilhelm, Einleitung in die Geisteswissenschaften. Versuch einer Grundlegung für das Studium der Gesellschaft und der Geschichte. . 467
Egli, Prof. Dr. J. J., Die Schweiz 475
Falb, Rudolf, Das Wetter und der Mond. Eine meteorologische Studie . . 475
Geigel, Dr. Alois, Über Wissen und Glauben 236
Gorup-Besanez, Lehrbuch der Chemie. I. Band. Anorganische Chemie. 7. Auflage, neu bearbeitet von Albrecht Rau 314
Hartmann, Prof. Dr. R., Madagaskar und die Inseln Seychellen, Aldabra, Komoren und Maskarenen 475
Hertzka, Dr. Th., Die Gesetze der sozialen Entwickelung 468
Hindorf, Richard, Über den Einfluß des Chlormagnesiums und des Chlorcalciums auf die Keimung und erste Entwickelung einiger der wichtigsten Kulturpflanzen 320
Jahrbuch der Naturwissenschaften 1885—1886. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Dr. Max Wildermann 309
Jaesche, Dr. med. Em., Das Grundgesetz der Wissenschaft 398
Jordan, Karl Friedrich, Die Stellung der Honigbehälter und der Befruchtungswerkzeuge in den Blumen. Organographisch-physiolog. Untersuchungen 476

Seite

Kalkowsky, Dr. Ernst, Elemente der Lithologie 478
Kipper, Paul, Geistesleben und Deszendenzlehre 399
Kiessling, J., Die Bewegung des Krakatau-Rauches im September 1883 . . 235
Krause, Dr. Aurel, Die Tlinkit-Indianer. Ergebnisse einer Reise nach der Nordwestküste von Amerika und der Beringstraße 154
Krümmel, Prof. Dr. Otto, Der Ozean. Eine Einführung in die allgemeine Meereskunde 475
Kubary, J., Ethnographische Beiträge zur Kenntnis der karolinischen Inselgruppe und Nachbarschaft Heft I. Die sozialen Einrichtungen der Pelauer 158
Leunis, Synopsis der Tierkunde, dritte Auflage von Prof. Dr. Hubert Ludwig 474
Lippert, Julius, Die Geschichte der Familie 160
— — Kulturgeschichte der Menschheit in ihrem organischen Aufbau . . . 477
Lorenz, Dr. Carl, Führer durch das naturwissenschaftliche Berlin 476
Majnow, Wladimir, Studien über die juridischen Verhältnisse der Mordwa . 316
Martin, Philipp Leopold, Die Praxis der Naturgeschichte. Ein vollständiges Lehrbuch über das Sammeln u. s. w. I. Teil: Taxidermie. 3. verbesserte Auflage, revidiert von Leopold und Paul Martin unter Mitwirkung von Konservator Hodek 240
Michelis, Dr. Fr., Das Gesamtergebnis der Naturforschung denkend erfaßt . 153
Natorp, Dr. Paul, Descartes' Erkenntnistheorie. Eine Studie zur Vorgeschichte des Kritizismus 310
Der Naturfreund. Anleitung zur naturwissenschaftlichen Beschäftigung im Hause und im Garten für Freunde der Naturwissenschaft, besonders auch für die reifere Jugend herausgegeben von Dr. Otto Dammer . . 306
Piderit, Dr. Th., Mimik und Physiognomik. Zweite Auflage 239
Potonié, H., Illustrierte Flora von Nord- und Mittel-Deutschland. 2. Auflage 239
Rabenhorst, Dr. L., Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. I—IV. 474
Sammlung von Vorträgen, herausg. von W. Frommel und Friedr. Pfaff. Bd. XIV. Heft 7/8. Bd. XV. 1/2, 6/8 399
Scheffler, Dr. Hermann, Die Welt nach menschlicher Auffassung 150
Schlegel, Hermann, Lebensbild eines Naturforschers. Nach dem Holländischen des Prof. Gustav Schlegel in Leiden herausgegeben von Hugo Köhler 466
Schriften, Darwinistische, Heft 1—9 476
Spencer, Herbert, Die Prinzipien der Psychologie. Autorisierte deutsche Ausgabe, nach der dritten englischen Ausgabe übersetzt von Prof. Dr. B. Vetter. Zwei Bände 72. 145
Volkelt, Prof. Dr. Johannes, Erfahrung und Denken. Kritische Grundlage der Erkenntnistheorie 468
Wells, S. R., New Physiognomy. With more than one thousand Illustrations 239
Wundt, Wilhelm, Ethik. Eine Untersuchung der Thatsachen und Gesetze des sittlichen Lebens 471
Zimmermann, Oswald, Die Wonne des Leids. Beiträge zur Erkenntnis des menschlichen Empfindens in Kunst und Leben. Zweite Auflage . . 78

Abschiedswort des Herausgebers 482

Autoren-Register.

A. bedeutet Abhandlungen. R. Autoren der unter „Wissenschaftliche Rundschau", L. Autoren der unter „Litteratur und Kritik" bezw. „Bibliographie" besprochenen Werke. Vf. M. Verfasser von Mitteilungen in der „Wissenschaftlichen Rundschau", Vf. L. Verfasser von Litteraturbesprechungen. Die Beiträge des Herausgebers zu letzteren beiden Abteilungen sowie anonyme Artikel sind hier nicht unter besonderen Autornamen aufgeführt.

	Seite
Agassiz, Louis, Leben und Briefwechsel. L.	464
Ahlborn, Über die Epiphyse	179
Bain, Alexander, Über spontane Energie der Nervenzentren	429
Bergh, R. S., Die Entwickelungsgeschichte der Anneliden. A.	401
Binet, Alfr., La psychologie du raisonnement. L.	469
Brezina, A., Methodik der Krystall-Bestimmung. L.	480
Brooks, Über Variation der Tiere	461
Busemann, L., Naturkundliche Volksbücher. L.	473
Bütschli, Konjugation der Infusorien	444
Carneri, B., Duldsamkeit. A.	111
— Descartes' Erkenntnistheorie, von P. Natorp. Vf. L.	310
— Sidgwick, Wallace, Du Prel und die Lehre Darwin's. A.	321
— Entwickelung und Glückseligkeit. Ethische Essays. L.	396
Cohen, H., Kant's Theorie der Erfahrung. 2. Aufl. R.	291
Cohn, Gustav, System der Nationalökonomie. I. L.	239
Cope, E. D., Tertiary Vertebrata u. s. w.	378
Copernikus' Weltsystem	87, 92
Dalla Torre, K. von, Bio-psychologisches aus der Vogelwelt. Vf. M.	379
Dammer, Otto, Der Naturfreund. Anleitung etc. L.	306
Darwin's Lehre gegenüber Sidgwick, Wallace, Du Prel.	321
De Lucy, Über den Flug der Vögel	137
Descartes' dualistischer Idealismus	245
—'s Erkenntnistheorie, von P. Natorp. L.	310
Deubler, Konrad, Biographie u. s. w., von Dodel-Port. L.	397
Dewitz, H., Anleitung zur Anfertigung u. s. w. zootom. Präparate. L.	470
Dilthey, Wilh., Einleitung in die Geisteswissenschaften. L.	467
Dodel-Port, A., Biographie u. s. w., von Konrad Deubler. L.	397
Donders, Untersuchungen über die Reaktionszeit	362
Dönhoff, Über die mittlere Lebensdauer der Tiere	42
Du Bois-Reymond's Weltbild, nach Th. Weber	198, 280
Du Prel, C., Über Materialismus und Spiritismus	331
Düsing, C., Die Dauer des Lebens bei höheren und niederen Tieren. Vf. M.	42, 123
— Über die Färbung und Zeichnung der Tiere. Vf. M.	382, 453
Egli, J. J., Die Schweiz. L.	475
Ehlers, Über die Epiphyse der Haifische	177
Eimer, Th., Über die Färbung und Zeichnung der Tiere. R.	382, 453
Engelmann, Th., Konjugation der Infusorien	445
Falb, Rudolf, Das Wetter und der Mond. L.	475
Frommel und Pfaff, Sammlung von Vorträgen. L.	399
Fuchs, K., Die Wärmebewegungen gravitierender Moleküle. Vf. M.	60
— Karl Müllenhoff's Arbeiten über den Flug der Tiere. Vf. M.	136
— Die Welt nach menschlicher Auffassung, von H. Scheffler. Vf. L.	150

Seite

Galilei's Entdeckung der Schwere 81
Galton, Francis, Über Vererbung 22, 25
Geigel, Alois, Über Wissen und Glauben. L. 236
Geulinx, Idealismus 246
Gorup-Besanez, Lehrbuch der Chemie, 7. Aufl. von A. Rau. L. 314
Goette, A., Über den Ursprung des Todes 49, 123
Graaf, Henri W. de, Über die Epiphyse der Wirbeltiere 180
Gruber, A., Teilbarkeit und Regeneration einzelliger Tiere . . 267
— Über Konjugation der Infusorien 447
Günther, S., Die Bewegung des Krakatau-Rauches, von J. Kiessling. Vf. L. 235
Haeckel, Prof. E., und die Paul von Ritter'sche Stiftung in Jena 38
Hartmann, R., Madagaskar und die Inseln Seychellen u. s. w. L. 475
Hatschek, Nervensystem der Anneliden 407
Hauck, Ferd., Meeresalgen. L. . 474
Hertzka, Th., Die Gesetze der sozialen Entwickelung. L. . . 468
Herzen, A., Grundlinien einer allgemeinen Psycho-Physiologie. A. 27, 99, 361, 418
Hindorf, Rich., Einfluß des Chlormagnesiums und Chlorcalciums auf die Keimung und erste Entwickelung einiger Kulturpflanzen. L. 320
Jaesche, Em., Das Grundgesetz der Wissenschaft. L. 398
Jordan, K. Fr., Die Stellung der Honigbehälter u. s. w. L. . . . 476
Jordan, Wilh., Die Sebalds . . 374
Kalkowsky, E., Elemente der Lithologie. L. 478
Kant's Theorie der Erfahrung, von H. Cohen 291
Kant u. die Naturforschung 1, 81, 241, 338
Keller, Rob., Über die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. Vf. M. 56
— Über geographische Verbreitung und Phylogenie der *Lythraceae*. Vf. M. 221
Kerner, A., von Marilaun und B. Wettstein von Westersheim, Die rhizopodoiden Verdauungsorgane tierfangender Pflanzen. R. 394
Kiessling, J., Die Bewegung des Krakatau-Rauches im Sept. 1883. L. 235
Kipper, Paul, Geistesleben und Deszendenzlehre. L. 399
Kleinenberg, Über das mittlere Keimblatt 402, Entwickelung des Nervensystems bei Anneliden 408, 409, — der Augen 414
Köhler, Hugo, Lebensbild von Herm. Schlegel. L. . . . 466
Köhne, E., Über die geographische Verbreitung und Phylogenie der *Lythraceae*. R. 221
Korschelt, Eugen, Über die Entdeckung eines dritten Auges bei Wirbeltieren. A. 176
— Zur Phylogenie der Cetaceen. Vf. M. 210
— Über die Teilbarkeit und das Regenerationsvermögen einzelliger Tiere. A. 266
— Vermehrung durch Querteilung bei Medusen. Vf. M. 300
— Ein schmarotzender Süßwasser-Cölenterat. Vf. M. 303
— Über die geschlechtliche Fortpflanzung der Einzelligen und besonders der Infusorien. A. . . 438
Krause, Aurel, Die Tlinkit-Indianer. L. 154
Krause, Ernst, Über die Nachteile der einseitigen Anpassung. A. 161
Krümmel, Otto, Der Ozean. L. 475
Kubary, J., Ethnographische Beiträge zur Kenntnis der karolinischen Inselgruppe. L. 158
Landenberger, G., Die Zunahme der Wärme mit der Tiefe etc. R. 60
Lang, Arnold, Vermehrung durch Querteilung bei Medusen. R. . 300
Leunis-Ludwig, Synopsis der Tierkunde, 3. Aufl. L. 474
Lichtenberg's Darstellung des ptolemäischen Systems 87
Limpricht, K. G., Laubmoose. L. 475
Lippert, Julius, Die Geschichte der Familie. L. 160
— Kulturgeschichte d. Menschheit. L. 477
Lorenz, Carl, Führer durch das naturwiss. Berlin. L. 476
Loew, E., Eine Lippenblume mit Klappvisier als Schutzeinrichtung etc. A. 119
— Während der Blütezeit verschwindende Honigsignale. A. . . . 194
Luerssen, Chr., Farnpflanzen. L. 474
Magnus, P., Eine neue Art des Tierfangs bei karnivoren Pflanzen. Vf. M. 394
Majnow, Wladimir, Studien über die juridischen Verhältnisse der Mordwa. L. 316
Malebranche, Idealismus . . 246
Martin, Phil. Leop., Die Praxis der Naturgeschichte, 3. Aufl. L. . . 240

	Seite
Maudsley, Henry, Über Spiritismus u. s. w.	334
Mayr, G., Über „Feigeninsekten“	54
Mendelejeff's periodisches System der Elemente	276
Meyer, E. von, Das neue Element Germanium etc. A.	275
— Gorup-Besanez' Lehrbuch der Chemie, 7. Aufl. bearb. von A. Rau. Vf. L.	314
Michelis, Fr., Das Gesamtergebnis der Naturforschung denkend erfaßt. L.	153
Minot, Death and Individuality. R.	133
Möbius, K., Das Sterben der einzelligen und der vielzelligen Tiere. R.	128
Müllenhoff's, K., Arbeiten über den Flug der Tiere. R.	136
Müller, Fritz, Ein Züchtungsversuch an Mais. A.	22
— *Critogaster* und *Trichaulus*. Vf. M.	54
Müller, Wilhelm, Über die Gewohnheiten einiger *Oncideres*-Arten. A.	36
— Schutzvorrichtungen bei Nymphalidenraupen. A.	351
Natorp, Paul, Descartes' Erkenntnistheorie. L.	310
Notthaft, J., Die Verbreitung der Kreuzotter in Deutschland. Vf. M.	219
Nussbaum, Über spontane und künstliche Teilung der Infusorien	270
Petri, E., Ethnographische Beiträge zur Kenntnis der Karolinen u. s. w., von Kubary. Vf. L.	158
— Studien über die juridischen Verhältnisse der Mordwa, von Wlad. Majnow. Vf. L.	316
Pfaff, Fr., Die Gletscher der Alpen, ihre Bewegung und Wirkung. L.	399
Piderit, Th., Mimik und Physiognomik. 2. Aufl. L.	239
Plate, Über Konjugation der Infusorien	450
Potonié, H., Illustrierte Flora. 2. Aufl. L.	239
Ptolemaeus' Weltsystem	88
Rabenhorst, L., Kryptogamenflora u. s. w. L.	474
Rabl-Rückhard, Über die Epiphyse 179, über ihre Funktion	183
Rath, G. vom, Arizona, Studien und Wahrnehmungen. L.	399
Rau, Albrecht, Kant und die Naturforschung. A. 1, 81, 241,	338
— Das Gesamtergebnis der Naturforschung denkend erfaßt von Dr. Fr. Michelis. Vf. L.	153
— Kant's Theorie der Erfahrung. Vf. M.	291
Rau, Albrecht, 7. Aufl. von Gorup-Besanez' Lehrbuch der Chemie, bearbeitet von —	314
Regel, Fr., Die Tlinkit-Indianer, von Aurel Krause. Vf. L.	154
Ritter, Paul von, Stiftung von — in Jena	38
Roth, E., Einfluss des Chlormagnesiums auf die Keimung u. s. w., von Rich. Hindorf. Vf. L.	320
— Die Stellung der Honigbehälter u. s. w., von K. Fr. Jordan. Vf. L.	476
Scheffler, Herm., Die Welt nach menschlicher Auffassung. L.	150
Schiff, M., Untersuchungen über die Reaktionszeit u. s. w. 365,	367
— Wärmeerzeugung im Nervensystem	418
Schlegel, Hermann, Lebensbild	466
Schlemüller, W., Zusammenhang zwischen Höhenunterschied, Temperatur und Druck u. s. w. R.	60
— Grundzüge einer Theorie der kosmischen Atmosphären. R.	60
Schlemüller'sches Prinzip	60
Schmidt-Akilow, L., Die Wonne des Leids, von O. Zimmermann. Vf. L.	78
— Über Wissen und Glauben, von Alois Geigel. Vf. L.	236
Schmitz, A., Das Unendliche in Mathematik und Philosophie. A.	185
Schröder, L., Über die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. R.	56
Semper, Nervensystem der Anneliden	407
Sidgwick, Henry, Methoden der Ethik und über Unsterblichkeit	321
Spencer, Herbert, Die Prinzipien der Psychologie. L. 72,	145
Spencer, W. Baldwin, Über das Scheitelauge von *Hatteria*	180
Spinoza, Monismus	248
Sprenger, A., Babylonien, das reichste Land der Vorzeit und das lohnendste Kolonisationsfeld für die Gegenwart. L.	399
Stahl und die Phlogistontheorie bei Kant	84
Stieda'sche Stirndrüse der Amphibien	178
Torricelli's Entdeckung des Luftdrucks	82
Ussow, M., Ein schmarotzender Süßwasser-Cölenterat. R.	303
Vater, Heinr., Elemente der Lithologie, von E. Kalkowsky. Vf. L.	478
— Methodik der Krystallbestimmung, von A. Brezina. Vf. L.	480

	Seite
Vetter, B., Die Paul von Ritter'sche Stiftung in Jena	38
— Die Pflicht der Wissenden . .	374
— Die Paläontologie vor dem Kongreß der Vereinigten Staaten .	378
— Abschiedswort des Herausgebers	482
Volkelt, Joh., Erfahrung und Denken. L.	468
Wallace, A. R., Wissenschaft und Spiritismus	324
Weber, Max, Studien über Säugetiere (Cetaceen). R.	210
Weber, Theodor, Kritik der Weltansicht von Du Bois-Reymond. R. 198,	280
Weismann, A., Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzelligen. R.	129
— Über Vererbung	22
— Über die Dauer des Lebens. R. 44,	123
— Über Leben und Tod. R. . .	123
Weismann, A., Über die Farben der Sphingidenraupen	392
Wells, S. R., New Physiognomy. L.	239
Wernicke, Alex., Prinzipien der Psychologie, von Herb. Spencer. Vf. L. 72,	145
— Du Bois-Reymond's Weltbild im Rahmen einer modernen Scholastik. Vf. M. . . . 198,	280
Wettstein, B., von Westersheim, s. Kerner, A.	
Wildermann, Max, Jahrbuch der Naturwissenschaften. 1885/86. L.	309
Winkler, Cl., Entdeckung des Germaniums	275
Winter, G., Pilze. L.	474
Wundt, Wilh., Ethik. L. . . .	471
Zimmermann, Oswald, Die Wonne des Leids. L.	78

Sach-Register.

Acanthodactylus, Varietäten 388.
Alter, Einfluß des — auf die Reaktionszeit 370.
Altruismus, Quelle des — 336.
Ammannia (Lythraceae), Verbreitung und Phylogenie 231.
Amphibien, Epiphyse der — 178.
Anabiose 50.
Andere Welt, Beschaffenheit der — 326, 337.
Anneliden, Die Entwickelungsgeschichte der — 401.
Anpassung, Einseitige, Nachteile der — 161.
Argyrodit 275.
Arizona, von vom Rath 399.
Arnebia echioides (Borraginee) 194.
Aesthetik, transscendentale, Kant's 241, Kritik der — 252.
Atmosphäre, Temperatur in der — 65, Höhe der — unabhängig v. der Dichte 66.
Atomgewichte, Beziehung der, zu den Eigenschaften der Elemente 276.
Atomismus, kulturgeschichtliche Mission des — 208.
Auge der Cetaceen, 214.
Auge, Ein drittes, bei Wirbeltieren 176.
Augen der Anneliden, Entwickelung 414.
Aeußerer Sinn Kant's 259.
Aussterben einseitig entwickelter Formen 169.
Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen 56, Ursachen der — 58.
Babylonien, von Sprenger 399.
Bauernphilosoph, der oberösterreichische 397.
Befruchtung bei Infusorien 449.
Befruchtungswerkzeuge der Blumen 476.
Begriffe, Überschätzung der — 342.
Berlin, das naturwissenschaftliche — 476.
Beuteltiere, Differenzierung 164.
Bewegung, Wesen der — 100, Ursache der — 101.
—, Die, des Krakatau-Rauches 235.
Bio-psychologisches aus der Vogelwelt 379.
Blutegel, erste Entwickelung 405.
Bockkäfer, brasilianische, Zweige abschneidend 36.
Cetaceen, Zur Phylogenie der — 210, Anatomie der — 212.
Chemie, Gorup-Besanez' Lehrbuch der — 314.
Chlorcalcium, -magnesium, Einfluß auf die Keimung u. s. w. 320.
Coronella laevis, Verbreitung in Deutschland 219.
Critogaster = flügellose Männchen von *Trichaulus* 54.
Cuphea (Lythraceae), Verbreitung und Phylogenie 222.
Darmkanal der Wale 214.
— der Anneliden, Anlage 415.
Darwinismus und Ethik 321.
Dauer, Die, des Lebens 42.
— der psychischen Akte 363.
Denken und Erfahrung 468.
Deszendenzlehre, Geistesleben und — 399.
Drittes Auge der Wirbeltiere 176.
Dualismus und Monismus 27.
Dualistischer Idealismus von Descartes 245, von Geulinx und Malebranche 246.
Duldsamkeit 111.
Durchschnittsalter der Tiere 43.
Eidechsen, Färbung und Zeichnung 383.
Einleitung in die Geisteswissenschaften 467.
Einseitige Anpassung, Nachteile der 161.
Einzellige, geschlechtliche Fortpflanzung der — 438.
Einzellige Tiere, Lebensdauer der — 48.
—, Teilbarkeit und Regenerationsvermögen der — 266.
Ekasilicium = Germanium 279.
Elemente, periodisches System der — 275.
Energie, spontane, der Nervenzentren 429.
Entartungslehre, richtige Auffassung 163.
Entdeckung eines dritten Auges bei Wirbeltieren 176.
Entladungswege nervöser Erschütterungen 34.
Entwickelung, soziale 468.
— und Glückseligkeit, von Carneri 396.
Entwickelungsgeschichte, Die, der Anneliden 401.

Entwickelungslehre, Förderung der — 39.
Epiphyse des Gehirns, Entwickelung 177, 179, Bedeutung 180.
Erdkugel, Die, als ungeheurer Wärmekondensator 70.
Erfahrung, Kant's Theorie der — 291.
— und Denken 468.
Erkenntnis und Erfahrung 294.
Erkenntnistheorie Descartes' 310.
Erkenntnistheoretischer Monismus Kant's 250.
Erwärmung des Gehirns durch Reizung 422.
Ethik und Darwinismus 321, 337.
Ethik, von W. Wundt 471.
Ethnologie der Mordwinen 316.
Eupomatus, erste Entwickelung 401.
Exkretionsorgane der Anneliden, Entwickelung 417.
Falbkatze, Zeichnung 454.
Familie, Die Geschichte der 160.
Familienverfassung der Tlinkit 156, der Pelauer 158.
Farbenwechsel von Honigsignalen 194.
Färbung, sympathische 355, auffallende 356, — der Tiere 382, 453.
Fehlen von Zwischenformen 459.
Feigeninsekten 54.
Felis maniculata 454.
Feuchtigkeitsentziehung bei Pflanzen 56.
Flora, Illustrierte 239, — der Kryptogamen 474.
Flug der Tiere, Müllenhoff's Arbeiten über den — 136.
Flugflächen, Größe der — 137.
Foramen parietale 182.
Fortpflanzung, geschlechtliche, der Einzelligen 438.
Fortpflanzungszellen der Polyplastiden, Unsterblichkeit der — 128, 131.
Fötalgebiß der Bartenwale 216.
Frau, Die Stellung der, bei den Pelauern 159.
Freiheit und Kausalität bei Kant 95.
Freiheit, wissenschaftlich definiert 438.
Furchung bei den Anneliden 401.
Gasmoleküle, warme 61.
Gastroblasta (Meduse) 300.
Gebiß der Wale 216.
Gehirn der Cetaceen 215.
— der Anneliden, Anlage des — 409.
— Wärmeerzeugung im — 421.
Gehör, Reizung des — 425.
Geistesleben und Deszendenzlehre 399.
Geisteswissenschaften, Einleitung in die — 467.
Geographische Verbreitung der *Lythraceae* 221.
Geometrie nach Kant's Auffassung 260, nach Stuart Mill 262.
Germanium, Das neue Element — 275.
Geruchssinn, Reizung des — 424.
Gesamtergebnis, Das, der Naturforschung 153.
Geschichte, Die, der Familie 160.
Geschlecht, Einfluß auf die Reaktionszeit 370.
Geschlechtliche Fortpflanzung der Einzelligen 438.
Gesichtssinn, Reizung des — 426.
Gewohnheiten einiger *Oncideres*-Arten 36.
Glauben und Wissen 236.
Gletscher, Die, der Alpen 399.
Gliederwürmer, Entwickelungsgeschichte 401.
Glückseligkeit, Entwickelung und — 396.
Gottesbeweise, mathematische 189.
Gravitierende Moleküle, Wärmebewegungen der — 60.
Gregarinen, Konjugation 442.
Grenzen, Die, des Naturerkennens 204.
Großkern der Infusorien 448, 450.
Grundgesetz, Das, der Wissenschaft 398.
Haare und Haut des Nilpferdes 211, der Cetaceen 212.
Haifische, Epiphyse der — 177.
Halbaffen 171.
Hatteria, Scheitelauge der — 180.
Hauskatze, Zeichnung 453, Abstammung 454.
Heterodonte Zahnanlagen der Bartenwale 216.
Hippopotamus, Haare und Haut 211.
Hirudineen, erste Entwickelung 405, Anlage des Nervensystems 408.
Historische Methode in der Ethik 321.
Homodontes Gebiß der Zahnwale 216.
Homo-, Heteroplastiden 49.
Honigbehälter, Die Stellung der, in den Blumen 476.
Honigsignale, während der Blütezeit verschwindende 194.
Huftiere, Zeichnung 456.
Hummelblume, eine exklusive 122.
Hunger, Einfluß auf die Fortpflanzung 134.
Hydroidpolyp, ein, auf dem Sterlet schmarotzend 304.
Hypnotismus, Experimente über — 469.
Idealistische Naturbetrachtung 245.
Indianerfrage in Nordamerika 399.
Individualitätsbegriff 49.
Infusorien, Teilbarkeit und Regeneration 266.
— geschlechtliche Fortpflanzung der — 438, 443.
Innere Ursachen der Variationen 457.
Innerer Sinn Kant's 348.
Insektenfresser, die ältesten Säugetiertypen 165, 167.
Jahrbuch der Naturwissenschaften 309.
Juridische Verhältnisse der Mordwa 316.

Karnivore Pflanzen, Eine neue Art des Tierfangs bei — 394.
Katzen, Zeichnung der — 453.
Kausalität und Freiheit bei Kant 95.
Keimblatt, mittleres, in der Anneliden-entwickelung 402.
Keimkörnerbildung 440.
Keimplasma, Kontinuität des — 132.
— Vermischung des — 450.
Keimung, Einfluß des Chlormagnesiums auf die — 320.
Kern, Bedeutung des, für die Regeneration 271, für die Thätigkeit des Zellplasmas 273.
— der Infusorien 446.
Klappvisier einer Lippenblume 119.
Kondensation von Wärme in der Erde 70.
Kongreß der Ver. Staaten, Die Paläontologie vor dem — 378.
Konjugation der Infusorien 442.
Konstitutionelle Ursachen der Transmutation 385, 393.
Kontinuität des Keimplasmas 132.
— von Ursache und Wirkung 368.
Kraft und Stoff 99, — als Ursache der Bewegung 101.
Krakatau-Rauch, Bewegung des — 235.
Kreuzotter, Verbreitung der, in Deutschland 219, Beziehung zur Ringelnatter 219.
Kritik der idealistischen Zeitvorstellungen 343.
— der transscendentalen Ästhetik 252.
Kritizismus, idealistischer und realistischer 1, 81, 241, 338.
— zur Vorgeschichte des — 310.
Kryptogamen-Flora 474.
Krystall-Bestimmung, Methodik der — 480.
Kulturgeschichte der Menschheit 477.
Lacerta muralis, Varietäten 383.
Längsstreifung junger Tiere 390.
Lathraea squamaria, Tierfang 394.
Leben und Tod, nach Weismann 123.
Lebensbild von L. Agassiz 464, — von Herm. Schlegel 466.
Lebensdauer, Die, der Tiere 42, 123, eine Anpassung an die Lebensverhältnisse 45.
Lebenskraft, Hypothese der — 104.
Leid, Die Wonne des — 78.
Lippenblume, Eine, mit Klappvisier 119.
Lithologie, Elemente der — 478.
Lopadorhynchus, Entwickelung 402, Nervensystem 409.
Luftdruck, Entdeckung seiner Wirkungen 82.
Lythraceae, geographische Verbreitung und phylogenetische Entwickelung 221.
Lythrum, Verbreitung und Stammesentwickelung 229.
Madagaskar, von Hartmann 476.
Magen der Cetaceen 213.
Mais, Ein Züchtungsversuch an — 22.
Männliche Präponderanz 387, 390, 459, 462.
Materialismus und Spiritismus 331.
Mathematik, Bedeutung des Unendlichen für die — 185.
Mauereidechse, Farbvarietäten der — 383, Stammform 387.
Medusen, Querteilung bei — 300.
Meereskunde, allgemeine 475.
Mesoderm, Bedeutung des — 402.
Mesopotamien als Kolonisationsfeld 400.
Metaphysik ein Zweig der Kunst 202.
Methodik der Krystall-Bestimmung 480.
Mimicry tropischer Tiere 352.
Mimik und Physiognomik 239.
Mittlere Lebensdauer der Tiere 42.
Mittleres Keimblatt bei Anneliden 402.
Moderne Scholastik 198.
Mond, Das Wetter und der — 475.
Monismus und Dualismus 27.
Monismus Spinoza's 248, Kant's 250.
Monistische Ethik, Begründung der — 396.
Mono-, Polyplastiden 49.
Moral, neue Begründung der — 322.
Mordwinen, juridische Verhältnisse 316.
Muskelplatten der Anneliden, Entstehung 404.
Muskeltonus, Ursachen des — 430.
Muskulatur der Flügel, relatives Gewicht 139.
Nachahmung der Bewegungsweise 353.
Nachteile der einseitigen Anpassung 161.
Narkotisierte Tiere, Experimente an — 421.
Nationalökonomie, System der — 239.
Naturerkennen, Die Grenzen des — 204.
Naturforschung, Kant und die —, von A. Rau 1, 81, 241, 338.
Naturfreund, Der, von O. Dammer 306.
Naturkundliche Volksbücher 473.
Nebenkern der Infusorien 446.
Nervenschwingungen, Verhältnis zur psychischen Thätigkeit 29.
Nervensystem, Anlage bei den Anneliden 406.
Nesaea (Lythraceae), Verbreitung 228.
Nymphalidenraupen, Schutzvorrichtungen bei — 357.
Oligochäten, Furchung 402, Anlage des Nervensystems 407, 408.
Omnivorie des Urmenschen 172.
Oncideres-Arten, Gewohnheiten einiger — 36.
Ozean, Der, von Krümmel 475.
Paläontologie, Die, vor dem Kongreß der Vereinigten Staaten 378.
Pandorina Morum, Fortpflanzung 441.
Paramaecium Aurelia, Konjugation 447.

Pelauer, Die sozialen Einrichtungen der — 158.
Periodisches System der Elemente 275.
Persönliche Gleichung 361.
Pflicht, Die, der Wissenden 374.
Philosophie, Die, und das Unendliche 189, Aufgabe der — 201.
Phlogistontheorie bei Kant 84.
Phlomis Russeliana 119.
Phylogenetische Entwickelung der *Lythraceae* 221, Stammbaum 234.
Phylogenetische Zoologie, Stiftung für — 38.
Phylogenie der Cetaceen 210, der *Lythraceae* 221.
Physiognomik und Mimik 239.
Placentabildung der Cetaceen 215.
Polypodium hydriforme, auf dem Sterlet schmarotzend 304.
Postero-anteriore Entwickelung 459.
Präparate, zootomische 470.
Präponderanz des Alters 458.
— des männlichen Geschlechts 387, 390.
Praxis, Die, der Naturgeschichte 240.
Prinzip, Das Schlemüller'sche 60.
Protozoen, Teilbarkeit und Regeneration 266.
Pseudo- oder Reflex-Empfindungen 34.
Psychische Akte, Dauer der — 363, Wesen der — 370.
— Kraft, Beziehung zur nervösen Molekularbewegung 108, 110.
— Thätigkeit, Wärme erzeugend 428.
Psychologie, Die Prinzipien der, von Herb. Spencer 72, 145.
Psycho-Physiologie, Grundlinien einer allgemeinen — 27, 99, 361, 418.
Querteilung bei Medusen 300, Bedeutung für die Siphonophoren 303.
Radiolarien, Vermehrung der — 442.
Raubtiere, Zeichnung der — 453.
Raubvögel, Umwandlung ihrer Färbung 390
Raum, Transscendentalität des — 255, realistische Auffassung des — 256.
Raupen der Nymphaliden 351.
Reaktionszeit, Dauer der — 361, Einfluß von Geschlecht und Alter 370.
Realismus, verklärter, von Spencer 149.
Realistische Auffassung des Raumes 256, — der Zeit 340.
Reflexaktion 421, — bewegungen beim Erwachen 432.
Reflexempfindungen 34.
Reflexthätigkeit, Bestandteile der — 33.
Regenerationsvermögen einzelliger Tiere 266.
Regenwürmer, Furchung 402, Nervensystem 408.
Reizung, Wirkungen der — im Gehirn 421, — des Geruchssinnes 424, — des Gehörs 425, — des Gesichtssinnes 426.
Religiöse Bräuche der Tlinkit 156.
Rhizopodoide Verdauungsorgane tierfangender Pflanzen 394.
Ringelnatter in Deutschland 219.
Rotala (Lythraceae), Verbreitung und Phylogenie 227.
Rückbildung von Schutzmitteln 356.
Saftmale, vergängliche, 194.
Scheitelauge von *Hatteria* 180, von *Anguis* 182.
Schmarotzender Süßwasser-Cölenterat 303.
Schnabeltiere keine entarteten Beuteltiere 162.
Scholastik, eine moderne 198.
Schuppenwurz, Tierfang der — 394
Schutz gegen Honig- und Pollenraub 119.
Schutzgewebesystem der Pflanzen 56.
Schutzvorrichtungen bei Nymphalidenraupen 357.
Schweiz, Die, von Egli 475.
Schwerkraft und Temperaturabnahme 60.
Sebalds, Die, von W. Jordan 375.
Seele, Thätigkeit der — 30.
Sensibilität, Reizung der allgemeinen — 424.
Siphonophoren, Möglichkeit ihrer Entstehung 303.
Sittlichkeit, Entwickelung der — 471.
Soziale Entwickelung, Die Gesetze der — 468.
Sphingidenraupen, Farben der — 392.
Sphinktermuskeln, Verschluß der 430.
Spiritualismus, Der moderne — 324.
Spontane Teilung der Infusorien 274.
Spontaneität der Nervenzentren 429, 437.
Stammbaum der Wale 218, der *Lythraceae* 221.
Stellung, Die, der Honigbehälter 476.
Stentor, künstliche Teilung und Regeneration 268.
Sterlet, von *Polypodium* infiziert 304.
Stiftung für phylogenetische Zoologie 38.
Stirndrüse, Stieda'sche, der Amphibien 178, 182.
Stoff und Kraft 99.
Streifung der Stammform der *Lacerta muralis*-Varietäten 387, — der Raubtiere 453, — der Huftiere 456.
Supernaturalismus als Wissenschaft 280.
Süßwasser-Cölenterat, ein schmarotzender 303.
Sympathische Färbung bei Nymphalidenraupen 355, bei Eidechsen 383, 388.
System, periodisches, der Elemente 275.
Tagesfragen 38, 374, 378.
Teilbarkeit einzelliger Tiere 266, Rolle des Kerns dabei 271.
Teilung, spontane, der Infusorien 274.
Teilung einzelliger Tiere 439.
Temperaturabnahme mit der Höhe eine Folge der Schwerkraft 60.

Temperaturdifferenzen im Gehirn 421.
Theorie der Erfahrung, Kant's — 291.
Tierfang bei karnivoren Pflanzen 394.
Tierkunde, Synopsis der — 474.
Tlinkit-Indianer, Die — 154.
Tod, Der, eine nützliche Eigenschaft 45, Ursprung des — 49, 123, 127.
Transmutation aus inneren Ursachen 385, 393.
Transscendentale Ästhetik Kant's 241, Kritik der — 252.
Transscendentalität des Raumes 255, der Zeit 338, Kritik der — 340.
Trichaulus und *Critogaster* 54.
Typus der Rasse 22, 25.
Unendliche, Das, in Mathematik und Philosophie 185.
Ungeschlechtliche Fortpflanzung 439.
Unsterblichkeit der Monoplastiden 126, 129, — der Fortpflanzungszellen 128.
Unsterblichkeitsglaube 321.
Unwillkürliche Muskeln, Bewegungen der — 431.
Urmensch, der, ein Omnivore 172.
Urmesodermzellen bei Anneliden 405.
Ursäuger, wahrscheinlicher Bau der — 163.
Variation, innere Ursachen der — 457, bestimmte Richtung der — 458, Wahrscheinlichkeit der — 460.
Verbergen auffallend gefärbter Raupen 356.
Verbreitung der Kreuzotter in Deutschland 219.
— geographische, der *Lythraceae* 221.
Vererbung neu auftretender Charaktere 22.
Verjüngung der Infusorien 444.
Verklärter Realismus Spencer's 149.
Vermehrung durch Querteilung bei Medusen 300.
Vernunftkritik Kant's, Vorreden zur — 1.
Verschwindende Honigsignale 194.
Vipera berus, Verbreitung in Deutschland 219.
Viverriden, Zeichnung 455.
Vogelwelt, Bio-psychologisches aus der — 379.
Volksbücher, Naturkundliche 473.
Volvocinen, geschlechtliche Fortpflanzung 440.
Waltiere, Zur Phylogenie der — 210, Anatomie der — 212.
Wärmebewegungen gravitierender Moleküle 60.
Wärmeerzeugung im Gehirn 421.
Wechsel in den Schutzmitteln von Raupen 360.
Weiderichgewächse, geographische Verbreitung und Phylogenie 221.
Wellenförmige Entwickelung, nach Eimer 388.
Welt, Die, nach menschlicher Auffassung 150.
Weltbild Du Bois-Reymond's 198.
Weltsystem des Ptolemaeus 88, Grundlagen des — 91.
Wetter, Das, und der Mond 475.
Widrigkeitszeichen verbunden mit verborgener Lebensweise 356.
Wille, Entwickelung des — 433.
Wirksamkeit der Schutzmittel bei Tieren 353.
Wissen und Glauben 236.
Wissende, Die Pflicht der — 374.
Wissenschaft, Das Grundgesetz der — 398.
Wonne, Die, des Leids 78.
Zeichnung der Tiere 382, 453.
Zeit, Transscendentalität der — 338, Kritik der — 340.
Zentralnervensystem der Anneliden, Entwickelung 406.
Zerstreuung, Einfluß der — auf die Reaktionszeit 373.
Zeuglodon 216, 217.
Zibetkatzen, Zeichnung 455.
Zirbeldrüse 176.
Zitzen der Cetaceen 213.
Zootomische Präparate 470.
Züchtungsversuch, Ein, an Mais 22.
Zwischenformen, Fehlen der — 459.

Kant und die Naturforschung.

Eine Prüfung der Resultate des idealistischen Kritizismus durch den realistischen.

Von

Albrecht Rau.

II. Darstellung und Kritik der beiden Vorreden zur „Kritik der reinen Vernunft".

Unsere Kritik der Kant'schen Philosophie beginnen wir mit der Darlegung und Erörterung der Hauptpunkte der beiden Vorreden zur Vernunftkritik. Dieselben eignen sich aus drei Gründen ganz besonders zu einer kritischen Erläuterung von naturwissenschaftlicher Seite. Erstens spricht hier Kant in der schlichten ungekünstelten Weise des Gelehrten, der, indem er sich anschickt, die einzelnen Teile seines Systems darzulegen, doch billig Bedenken trägt, jetzt schon in dem ungefügen, schweren Panzer desselben einherzuschreiten. Zweitens befindet sich gerade in der Vorrede von 1787 die größte Anzahl von naturwissenschaftlichen Beispielen, an welchen sich einerseits das Zutreffende, anderseits das Ungenügende und Willkürliche der Kant'schen Methode erläutern läßt. Diese Beispiele haben für uns schon deshalb eine ganz besondere Bedeutung, weil sie in dem Systeme selbst fast ganz fehlen. Zwar gibt Kant an, daß ihm Beispiele und Erläuterungen nötig erschienen und im ersten Entwurfe an den betreffenden Stellen auch eingeflossen seien. Aber bald habe er bemerkt, daß schon der trockene, bloß scholastische Vortrag das Werk genug ausdehnen würde und er es deshalb unratsam gefunden habe, es durch Beispiele noch mehr anzuschwellen. »Zudem haben die eigentlichen Kenner der Wissenschaft diese Erleichterung nicht so nötig, ob sie zwar jederzeit angenehm ist, hier aber sogar etwas Zweckwidriges nach sich ziehen konnte[1].« In dem letzten Teile dieser Erklärung hat Kant über diesen Punkt das Zutreffendste gesagt, was sich überhaupt sagen läßt, wobei freilich unentschieden bleiben muß, ob

[1] Immanuel Kant's Kritik der reinen Vernunft. Herausgegeben von G. Hartenstein. Leipzig, Leopold Voß, 1853, S. 11. Nach dieser Ausgabe wird stets citiert.

er es auch so gemeint hat, wie wir es auffassen: Beispiele widersprechen den Zwecken der Kritik der reinen Vernunft. Warum denn? Aufgabe derselben ist, denjenigen Teil in unseren wissenschaftlichen Erkenntnissen und Systemen herauszusetzen, in welchem Vernunft, unabhängig von aller Erfahrung, sich selbst bestimmt hat. Dieser Teil ist zwar der »ideale«, aber zugleich auch der willkürliche und deshalb vergängliche. Wird nun dieser ideale Faktor durch Beispiele erläutert, indem man ihn in gewissen naturwissenschaftlichen Systemen aufsucht und bestimmt, so tritt das Willkürliche und Vergängliche desselben sofort zu Tage und dies aus dem einfachen Grunde, weil naturwissenschaftliche Systeme eine uns bekannte und geläufige Entwickelungsgeschichte haben, an deren Hand man leicht beweisen kann, daß der ideale Faktor gerade um so viel an Bedeutung verliert, als rein thatsächliche Ermittelungen in den Vordergrund treten. Durch die kritische Entwickelung und Zerlegung naturwissenschaftlicher Systeme würde demnach bewiesen werden, daß die Form, in welcher Vernunft sich ausspricht, nicht so rein und vollständig vom empirisch gegebenen Inhalte abgelöst werden kann, wie Kant thut, sondern daß beide sich gegenseitig bedingen. Und dies wäre ein Ergebnis, welches dem der Vernunftkritik direkt widerspricht. Denn nach ihr ist die Form der Vernunft auch die Schöpferin des Inhalts, soweit er vernunftgemäß, d. h. begreiflich erscheint, während das Wesen der Dinge völlig unerkannt und unaufgeschlossen liegen bleibt. — Drittens werden in der Vorrede zur zweiten Auflage auch die Gründe angegeben, welche K. veranlaßten, »das beschwerlichste aller Geschäfte der Vernunft, nämlich das der Selbsterkenntnis aufs neue zu übernehmen«. Diese Gründe sind, wie sich zeigen wird, zum größeren Teil moraltheologischer Art.

Darstellung und Entwickelung des Inhalts der Vorrede von 1781[1].

1. Die menschliche Vernunft fängt mit Grundsätzen an, deren Gebrauch im Laufe der Erfahrung unvermeidlich und zugleich durch diese hinreichend bewährt ist; mit diesen steigt sie immer höher zu entfernteren Bedingungen. Da sie aber gewahr wird, daß auf diese Weise ihr Geschäft jederzeit unvollendet bleiben müsse, so fühlt sie sich genötigt, zu Grundsätzen ihre Zuflucht zu nehmen, die allen möglichen Erfahrungsgebrauch überschreiten, gleichwohl aber unverdächtig sind. Dadurch aber stürzt sie sich in Widersprüche, denn da die Grundsätze, deren sie sich bedient, alle Erfahrung überschreiten, so kann diese nicht mehr zum Probierstein für jene gebraucht werden. Der Kampfplatz dieser endlosen Streitigkeiten heißt Metaphysik. Anfangs übte diese unter der Verwaltung der Dogmatiker eine despotische Herrschaft aus; jetzt aber unterliegt sie einem gänzlichen Indifferentismus. Diese Gleichgültigkeit ist weniger eine Wirkung des Leichtsinns als vielmehr der gereiften Urteilskraft des Zeitalters, welches sich nicht länger durch Scheinwissen hinhalten läßt, und so ergeht denn an die Vernunft die Aufforderung, das beschwerlichste

[1] In dieser Darstellung war ich bemüht, soweit mir die Verständlichkeit nicht zu leiden schien, die eigentümliche Ausdrucksweise Kant's möglichst beizubehalten. Dies gilt auch für die folgenden Entwickelungen.

aller Geschäfte, das der Selbsterkenntnis wieder zu übernehmen und einen Gerichtshof einzusetzen, der sie bei ihren gerechten Ansprüchen sichere, alle Anmaßungen dagegen zwar nicht durch Machtsprüche, sondern nach ihren ewigen und unwandelbaren Gesetzen abfertige. Dieser Gerichtshof ist die Kritik der reinen Vernunft selbst.

2. Hierunter ist aber nicht eine Kritik der Bücher und Systeme, sondern die des Vernunftvermögens überhaupt zu verstehen. Dies betrifft alle Erkenntnisse, zu denen Vernunft, unabhängig von aller Erfahrung streben mag; mithin wird über Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Metaphysik überhaupt entschieden und sowohl Umfang wie Grenzen ihrer Quellen bestimmt; alles aber aus Prinzipien. Zu Betrachtungen dieser Art ist es aber in keiner Weise erlaubt zu meinen und alles, was darin einer Hypothese nur ähnlich sieht, ist verbotene Ware, die auch nicht für den geringsten Preis feil stehen darf, sondern, sobald sie entdeckt wird, beschlagen werden muß. Denn das kündigt eine jede Erkenntnis, die a priori feststehen soll, selbst an, daß sie für schlechthin notwendig gehalten werden will und eine Bestimmung aller reinen Erkenntnisse noch viel mehr, die das Richtmaß, mithin selbst das Beispiel aller apodiktischen (philosophischen) Gewißheit sein soll. Dies betrifft die Gewißheit.

3. Was die Vollständigkeit anlangt, so erkühne ich mich zu sagen, daß nicht eine einzige metaphysische Aufgabe sein müsse, die hier nicht aufgelöst oder zu deren Auflösung nicht wenigstens der Schlüssel dargereicht worden sei. In der That ist auch reine Vernunft eine so vollkommene Einheit, daß, wenn das Prinzip derselben auch nur zu einer einzigen aller der Fragen, die ihr durch ihre Natur aufgegeben sind, unzureichend wäre, man dieses immerhin wegwerfen müßte, weil es alsdann auch keiner der übrigen mit voller Zuverlässigkeit gewachsen sein würde. Auch ist Metaphysik nach den Begriffen, die wir hier davon geben werden, die einzige aller Wissenschaften, die sich eine solche Vollendung und zwar in kurzer Zeit und mit nur weniger, aber vereinigter Bemühung versprechen darf, so daß nichts für die Nachkommenschaft übrig bleibt, welches den Inhalt im mindesten vermehren könnte. Denn es ist das Inventarium aller unserer Besitze durch reine Vernunft, systematisch geordnet. Es kann uns hier nichts entgehen, weil, was Vernunft gänzlich aus sich hervorbringt, sich nicht verstecken kann, sondern selbst durch die Vernunft ans Licht gebracht wird, sobald man nur das gemeinschaftliche Prinzip desselben entdeckt hat[1].

Der **Vorrede zur zweiten Auflage von 1787** entnehmen wir:

4. Ob die Bearbeitung der Erkenntnisse, die zur Aufgabe der Vernunft gehören, den sichern Gang einer Wissenschaft gehe oder nicht, läßt sich bald aus dem Erfolg beurteilen. Wenn sie nach viel gemachten Anstalten und Zurüstungen, sobald es zum Zwecke kommt, ins Stocken gerät, wenn sie, um diesen zu erreichen, öfters wieder zurückgehen und einen andern Weg einschlagen muß, ferner wenn es nicht möglich ist, die verschiedenen Mitarbeiter in der Art, wie die gemeinschaftliche Absicht

[1] Kritik der reinen Vernunft S. 5—13.

verfolgt werden soll, einhellig zu machen, so darf man überzeugt sein, daß ein solches Studium bei weitem noch nicht den sichern Gang einer Wissenschaft eingeschlagen habe, sondern ein bloßes Herumtappen sei.

5. Daß die Logik diesen sichern Gang schon von den ältesten Zeiten her gegangen sei, läßt sich daraus ersehen, daß sie seit dem Aristoteles keinen Schritt rückwärts hat thun dürfen. Merkwürdig ist noch an ihr, daß sie auch bis jetzt keinen Schritt vorwärts hat thun können, und also allem Anschein nach geschlossen und vollendet ist. Die Grenze der Logik ist dadurch genau bestimmt, daß sie eine Wissenschaft ist, welche nichts als die formalen Regeln alles Denkens ausführlich darlegt und strenge beweist. Daß es der Logik so gut gelungen ist, diesen Vorteil hat sie bloß ihrer Eingeschränktheit zu verdanken, dadurch sie berechtigt ist, von allen Objekten der Erkenntnis und ihrem Unterschiede zu abstrahieren, und in ihr also der Verstand es mit nichts weiter als mit sich selbst und mit seiner Form zu thun hat. Weit schwerer müßte es für die Vernunft sein, den sichern Weg der Wissenschaft einzuschlagen, wenn sie nicht bloß mit sich selbst, sondern auch mit Objekten zu schaffen hat. Sofern nun in den eigentlich und objektiv sogenannten Wissenschaften Vernunft sein soll, so muß darin etwas a priori erkannt werden.

6. Mathematik und Physik sind die beiden theoretischen Erkenntnisse der Vernunft, welche ihre Objekte a priori bestimmen sollen; die erstere ganz rein, die zweite wenigstens zum Teil rein. Die Mathematik ist von den frühesten Zeiten her, wohin die Geschichte von der menschlichen Vernunft reicht, in dem bewundernswürdigen Volke der Griechen den sichern Weg einer Wissenschaft gegangen. Allein man darf nicht denken, daß es ihr so leicht geworden wie der Logik, wo die Vernunft es nur mit sich selbst zu thun hat, jenen königlichen Weg zu treffen. Vielmehr ist zu glauben, daß es lange mit ihr, vornehmlich unter den Ägyptern, beim Herumtappen geblieben ist, und diese Veränderung einer Revolution zuzuschreiben sei, die der glückliche Einfall eines einzigen Mannes in einem Versuche zustande brachte, von welchem an die Bahn, die man nehmen mußte, nicht mehr zu verfehlen war und der sichere Gang einer Wissenschaft für alle Zeiten und in unendliche Weiten eingeschlagen und vorgezeichnet war. Die Geschichte dieser Revolution der mathematischen Denkart ist uns nicht aufbehalten.

7. Mit der Naturwissenschaft ging es weit langsamer zu, bis sie den Heeresweg der Wissenschaft traf. Denn es sind nur etwa anderthalb Jahrhunderte, daß der Vorschlag des sinnreichen Baco von Verulam die Entdeckung teils veranlaßte, teils, da man bereits auf der Spur derselben war, mehr belebte. Als Galilei seine Kugeln die schiefe Ebene mit einer von ihm selbst gewählten Schwere herabrollen oder Torricelli die Luft ein Gewicht, was er sich zum Voraus dem einer ihm bekannten Wassersäule gleich gedacht hatte, tragen ließ, oder in noch späterer Zeit Stahl Metalle in Kalk und diese wiederum in Metalle verwandelte, indem er ihnen etwas entzog und wiedergab, so ging allen Naturforschern ein Licht auf: sie begriffen, daß die Vernunft nur das einsieht, was sie selbst nach ihrem Entwurfe hervorbringt. Die Vernunft muß mit ihren Prinzipien,

nach denen allein übereinkommende Erscheinungen für Gesetze gelten können, in der einen Hand, und mit dem Experiment, das sie nach jenen ausdachte, in der anderen an die Natur gehen, zwar um von ihr belehrt zu werden, aber nicht in der Qualität eines Schülers, der sich alles vorsagen läßt, was der Lehrer will, sondern eines bestallten Richters, der die Zeugen nötigt, auf die Fragen zu antworten, die er ihnen vorlegt. Und so hat sogar Physik die so vorteilhafte Revolution ihrer Denkart lediglich dem Einfalle zu danken, demjenigen, was die Vernunft selbst in die Natur hineinlegt, gemäß dasjenige in ihr zu suchen (nicht ihr anzudichten), was sie von dieser lernen muß und wovon sie für sich selbst nichts wissen würde.

8. Der Metaphysik, einer ganz isolierten spekulativen Vernunfterkenntnis, die sich gänzlich über Erfahrungsbelehrung erhebt, und zwar durch bloße Begriffe, wo also Vernunft selbst ihr eigener Schüler sein soll, ist das Schicksal bisher noch nicht so günstig gewesen, daß sie den sichern Gang einer Wissenschaft einzuschlagen vermocht hätte; ob sie gleich älter ist als alles übrige und bleiben würde, wenn gleich die übrigen insgesamt in dem Schlunde einer alles vertilgenden Barbarei gänzlich verschlungen werden sollten. Woran liegt es nun, daß hier noch kein sicherer Weg der Wissenschaft hat gefunden werden können? Bisher nahm man an, alle unsere Erkenntnis müsse sich nach den Gegenständen richten. Aber alle Versuche, über sie a priori etwas durch Begriffe auszumachen, wodurch unsere Erkenntnisse erweitert würden, gingen unter dieser Voraussetzung zu nichte. Man versuche es daher einmal, ob wir nicht in den Aufgaben der Metaphysik damit besser fortkommen, daß wir annehmen, die Gegenstände müssen sich nach unserem Erkenntnis richten, welches schon besser mit der verlangten Möglichkeit einer Erkenntnis derselben a priori zusammenstimmt, die über Gegenstände, ehe sie uns gegeben werden, etwas festsetzen soll. Es ist hiermit ebenso als mit den ersten Gedanken des Copernicus bewandt, der, nachdem es mit der Erklärung der Himmelsbewegungen nicht gut fort wollte, wenn er annahm, das ganze Sternheer drehe sich um den Zuschauer, versuchte, ob es nicht besser gelingen möchte, wenn er den Zuschauer sich drehen und dagegen die Sterne in Ruhe ließ. Wenn die Anschauung nach der Beschaffenheit der Gegenstände sich richten müßte, so sieht Kant nicht ein, wie man a priori von ihr etwas wissen könne. Richtet sich aber der Gegenstand (als Objekt der Sinne) nach der Beschaffenheit unseres Anschauungsvermögens, so kann sich Kant diese Möglichkeit ganz wohl vorstellen. Denn weil Erfahrung selbst eine Erkenntnisart ist, die Verstand erfordert, dessen Regel, noch ehe Gegenstände gegeben werden, mithin a priori vorausgesetzt werden muß, die in Begriffen a priori ausgedrückt wird, so müssen auch die Gegenstände der Erfahrung sich nach Begriffen a priori richten und mit ihnen übereinstimmen.

9. Diese also veränderte Methode der Denkungsart, nämlich anzunehmen, daß wir von den Dingen nur das a priori erkennen, was wir selbst in sie legen, verspricht der Metaphysik in ihrem ersten oder theoretischen Teile, in welchem sie sich mit Begriffen a priori, denen die entsprechenden Gegenstände in der Erfahrung gegeben werden können,

beschäftigt, den sicheren Gang einer Wissenschaft. Aber für den zweiten oder praktischen Teil, welcher die Moral betrifft und in welchem es sich handelt, den Begriff zu verwirklichen, ergibt sich dem Anscheine nach ein befremdliches und sehr nachteiliges Resultat, nämlich daß wir mit unserem Vermögen, a priori zu erkennen, nie über die Grenze möglicher Erfahrung hinauskommen können, was doch gerade die wesentlichste Angelegenheit des praktischen Teiles ist. Aber hier ergibt sich nun die Gegenprobe der Wahrheit, daß nämlich unsere Vernunfterkenntnis a priori nur auf Erscheinungen gehe, während die Sache an sich selbst zwar als für sich wirklich, aber als von ihr unerkannt liegen bleibe. Denn das, was uns notwendig über die Grenze der Erfahrung und aller Erscheinungen hinauszugehen treibt, ist das Unbedingte, welches die Vernunft in den Dingen an sich notwendig und mit allem Recht zu allem Bedingten verlangt, wodurch sie dann die Kette der Bedingungen als vollendet ansieht. Nimmt man aber an, unsere Erfahrungserkenntnis richte sich nach den Gegenständen als Dingen an sich selbst, so kann das Unbedingte ohne Widerspruch gar nicht gedacht werden, während dieser aber wegfällt, wenn man annimmt, daß vielmehr die Gegenstände als Erscheinungen sich nach unserer Vorstellungsart richten. Daraus ergibt sich, daß das Unbedingte nicht an Dingen, sofern wir sie kennen, angetroffen werden kann, wohl aber an ihnen, sofern wir sie nicht kennen, sofern sie Sachen an sich selbst sind. In dem Versuche nun, das bisherige Verfahren der Vernunft umzuändern und so, nach dem Beispiele der Geometer und Naturforscher, eine gänzliche Revolution mit derselben vorzunehmen, besteht das Geschäft der Kritik der reinen spekulativen Vernunft. Sie ist ein Traktat von der Methode, nicht ein System der Wissenschaft selbst; aber sie verzeichnet gleichwohl den ganzen Umriß derselben, sowohl in Ansehung ihrer Grenzen als auch des ganzen inneren Gliederbaues. Denn weil in der Erkenntnis a priori den Objekten nichts beigelegt werden kann, als was das denkende Subjekt aus sich selbst hernimmt, weil die reine Vernunft in anbetracht der Erkenntnisprinzipien eine vollkommene Einheit ist, in welcher ein jedes Glied wie in einem organisierten Körper um aller anderen und alle um eines willen da sind, so folgt, daß spekulative Vernunft das ganze Feld der für sie gehörigen Erkenntnisse völlig befassen, ihr Werk vollenden und für die Nachwelt als einen nie zu vermehrenden Hauptstuhl niederlegen kann, wenn sie durch die Kritik in den sicheren Gang einer Wissenschaft gebracht worden ist. Denn sie hat es nur mit Prinzipien und den Einschränkungen ihres Gebrauchs zu thun, welche durch jene selbst bestimmt werden.

10. Aber was ist das nun für ein Schatz, den wir der Nachkommenschaft mit einer solchen durch Kritik geläuterten Metaphysik zu hinterlassen gedenken? Man wird bei einer flüchtigen Übersicht wahrzunehmen glauben, daß der Nutzen davon doch nur negativ sei, indem wir uns mit der spekulativen Vernunft niemals über die Erfahrung hinauswagen; dies ist in der That ihr erster Nutzen. Derselbe wird aber alsbald positiv, wenn man inne wird, daß der Vernunftgebrauch über die Grenzen hinaus nicht bloß eine Erweiterung, sondern auch eine Verengung

zur Folge hat. Denn durch die Erweiterung werden auch die Grenzen der Sinnlichkeit entsprechend erweitert, wodurch wiederum der Vernunftgebrauch in bezug auf Moral verdrängt zu werden droht. Denn in dem schlechterdings notwendigen moralischen Gebrauch erweitert sich die Vernunft über die Grenzen der Sinnlichkeit. Hierzu bedarf sie allerdings von der theoretischen Vernunft keine Beihilfe, aber sie muß doch wider ihre Gegenwirkung gesichert sein, um nicht Vernunft in Widerspruch mit Vernunft zu setzen.

11. Nun bleibt alle mögliche theoretische Erkenntnis der Vernunft auf Gegenstände der Erfahrung eingeschränkt. Diese Gegenstände der Erfahrung sind aber nur Erscheinung. Als Dinge an sich können wir dieselben nicht erkennen, wohl aber müssen wir sie als solche denken können; denn sonst würde der ungereimte Satz folgen, daß Erscheinung ohne Etwas wäre, was da erscheint. Unterscheiden wir nun nicht, wie die Kritik verlangt, zwischen den Dingen an sich und den Dingen als Erscheinung, so müßte der Grundsatz der Kausalität, also des Naturmechanismus in Bestimmung derselben, durchaus von allen Dingen als wirkenden Ursachen gelten. Von der menschlichen Seele z. B. würde ich nicht sagen können, ihr Wille sei frei und er sei doch zugleich der Naturnotwendigkeit unterworfen, d. h. nicht frei, ohne in einen offenbaren Widerspruch zu geraten. Denn ich habe die Seele in beiden Sätzen in eben derselben Bedeutung, nämlich als Ding überhaupt oder als Sache an sich selbst genommen. Wenn aber die Kritik nicht geirrt hat, indem sie das Objekt in zweierlei Bedeutung zu nehmen lehrt, nämlich als Erscheinung und als Ding an sich selbst, wenn die Deduktion ihrer Verstandesbegriffe richtig ist, mithin der Grundsatz der Kausalität nur auf die Erscheinung, nur auf Gegenstände der Erfahrung geht, die Dinge an sich aber diesem Grundsatze nicht unterworfen sind, so wird ebenderselbe Wille in der Erscheinung, d. i. in seinen sichtbaren Handlungen, dem Naturgesetze unterworfen, also nicht frei sein, während er als Ding an sich sich selbst angehört, folglich dem Naturgesetze nicht unterworfen ist, also als frei gedacht werden kann, ohne daß hierbei ein Widerspruch vorgeht. Obwohl ich nun meine Seele weder durch theoretische Vernunft, noch weniger aber durch empirische Beobachtung als frei erkennen kann, so kann ich doch die Freiheit denken, d. h. die Vorstellung davon enthält wenigstens keinen Widerspruch in sich. Angenommen nun einerseits, die Moral setze notwendig Freiheit in strengstem Sinne als Eigenschaft unseres Willens voraus, indem sie praktische, in unserer Vernunft liegende ursprüngliche Grundsätze als Data derselben a priori anführt, die ohne Voraussetzung der Freiheit schlechterdings unmöglich wären, angenommen anderseits, die theoretische Vernunft hätte bewiesen, daß Freiheit sich gar nicht denken lasse, so müßte notwendig die moralische Voraussetzung weichen, weil die Vernunft dadurch in einen offenbaren Widerspruch mit sich selbst geraten würde, es müßte also Freiheit und mit ihr Sittlichkeit dem Naturmechanismus den Platz einräumen. So aber behauptet die Lehre der Sittlichkeit ihren Platz und die Naturlehre den ihrigen; denn zur Moral brauche ich nichts weiter, als daß einerseits Freiheit der Vernunft nicht widerspreche, anderseits dem Naturmechanismus, insofern

er als Erscheinung zu nehmen ist, kein Hindernis in den Weg gelegt werde. Dies alles aber würde nicht stattfinden können, wenn nicht Kritik uns zuvor von unserer unvermeidlichen Unwissenheit, soweit sie die Dinge an sich betrifft, belehrt und alles, was wir theoretisch erkennen können, auf bloße Erscheinungen eingeschränkt hätte.

12. Gott, Freiheit und Unsterblichkeit kann ich zum Behuf des notwendigen praktischen Gebrauches meiner Vernunft nicht einmal annehmen, wenn ich nicht der theoretischen Vernunft zugleich ihre Anmaßung überschwenglicher Einsichten nehme. Denn diese kann sich nur solcher Grundsätze bedienen, welche auf Gegenstände möglicher Erfahrung reichen. Werden nun diese Grundsätze auch auf das angewandt, was außerhalb aller Erfahrung liegt, so wird auch dieses in Erscheinung verwandelt und alle praktische Erweiterung der reinen Vernunft wird für unmöglich erklärt. Ich muß also das Wissen aufheben, um zum Glauben Platz zu bekommen. Denn der Dogmatismus der Metaphysik, d. h. das Vorurteil, in ihr ohne Kritik fortzukommen, ist die wahre Quelle alles der Moralität widerstreitenden Unglaubens, der jederzeit gar sehr dogmatisch ist[1].

Erläuterung und Kritik der beiden Vorreden.

1. Weil die menschliche Vernunft mit Grundsätzen beginnt, die alle mögliche Erfahrung überschreiten und deshalb auch durch Erfahrung nicht weiter geprüft werden können, dies ist, heißt es Abs. 1, die Ursache des bisherigen schlechten Fortganges der Metaphysik gewesen. Diesem Zustande soll nun ein Ende gemacht, die Metaphysik soll zu einer Wissenschaft erhoben werden. Wie kann das bewirkt werden? Allein, sollte man meinen, dadurch, daß auch die obersten Begriffe mit dem anschaulich Gegebenen und Aufeinanderfolgenden kritisch verglichen und daraufhin geprüft werden, ob nicht in denselben gewisse Merkmale zusammengefaßt sind, welche die Dinge und ihre Successionen nicht verknüpft zeigen. Denn wenn die obersten Grundsätze sich nicht selbst bezeugen können, so muß offenbar etwas außer ihnen Gelegenes aufgesucht werden, welches ihre Realität verbürgt. Nun besteht außer Anschaulichem und Gedachtem kein drittes; folglich, so wäre zu schließen, muß, wenn das Denken seinen Stoff nicht aus sich selbst schöpfen, wenn es nicht sich selbst Richtmaß sein kann, die Anschauung hinzutreten, damit das Gedachte seine Verwirklichung finde, oder es müssen die Elemente des Denkens im Hinblicke auf die Erfahrung kritisiert und analysiert werden. Indes so weit geht Kant nicht. Die letzten Resultate der Metaphysik findet er zwar unbefriedigend, aber den Ausgangspunkt, welcher zu ihnen geführt hat, hält er für unzweifelhaft richtig: Denken ist das oberste und erste Vermögen, es geht der Anschauung und jeder Erfahrung voraus, Vernunft ist Richterin über das, was ist und sein wird, die sinnlich gegebenen Dinge haben ihre Realität nur als Lehen von der Vernunft, sind nur insoweit wirklich, als sie der Vernunft konform sind, im übrigen sind sie Schein oder doch wenigstens

[1] Kritik der reinen Vernunft. Herausgegeben von Hartenstein S. 14—35.

»zufällig«. Nun wird aber Vernunft als im Streit mit sich befindlich angesehen. Denn das, was sie bis jetzt erbracht hat, wird für ungenügend erklärt, Vernunft ist somit ebensowohl Richterin als Angeklagte. Ist das ein Beginn, welcher eine gänzliche Lösung der schwebenden Fragen erwarten läßt? Es ergeben sich von selbst die Fragen: wie kann ein Vermögen sich selbst anklagen? wie kann erwartet werden, daß es sich dem Richterspruch füge, wenn es selbst die Untersuchung leitet, das Urteil fällt? Ist nicht vielmehr zu vermuten, daß der ganze Zwist ein künstlicher ist, daß von vornherein Momente gesetzt werden, die für den Augenblick eine Lösung geben, aber doch den Keim zu neuen Zwistigkeiten in sich tragen? Dies betrifft das Ende. Aber ist nicht der Anfang auch in anderer Hinsicht verfehlt? Ist es denn so unzweifelhaft sicher, daß Vernunft existiert, daß sie, wenn nicht gerade eine Illusion, so doch wenigstens ein Ideal ist, das zwar im höchsten Grade begehrungswert erscheint, aber doch nie völlig verwirklicht werden kann? Seht doch hin auf diese Menschenwelt, wie sie millionenfältig in ihren Anschauungen geteilt und zerrissen ist, wie der eine das als höchste Vernunft preist, was der andere als Wahnsinn verspottet! Hätte man nicht zuerst fragen sollen: was ist Vernunft? Ist sie ein Ding an sich? Oder drückt sie nur eine Beziehung zu anderen Dingen aus? Ist sie Sein oder Folge einer Entwickelung? Kann man sie endgültig definieren und fixieren? Oder fixiert man nicht vielmehr nur ein bestimmtes Stadium ihrer Entwickelung?

2. Offenbar hält Kant die Vernunft für ein Sein, für ein ursprüngliches, schöpferisches Vermögen, welches mit keinem anderen verglichen werden kann, welches also sich selbst gleich ist. Denn die Vernunft soll durch sich selbst gemessen werden, soll sich selbst Quelle sein, soll selbst ihren Umfang und ihre Grenzen bestimmen, ihren Inhalt neu erschaffen, unabhängig nicht bloß von anschaulich gegebenen Dingen und von Erfahrung, sondern auch unabhängig von dem, was sie bis jetzt hervorgebracht hat: unabhängig von den Büchern und Systemen, die sie verfaßt (Abs. 2). Aber sind dies nicht ebenfalls höchst willkürliche Voraussetzungen? Wie ist es, müssen wir fragen, möglich, daß ein Vermögen sich selbst Gegenstand sei, sich selbst bestimme, selbst seine Grenzen ausmesse, wenn ihm nicht etwas gesetzt ist, woran es seine Grenze findet, woran es sich bethätigt und so durch Abgrenzung des Eigenen von dem Äußerlichen und Fremden zum Bewußtsein gelangt? Wie kann man endlich eine Leistungsfähigkeit prüfen, ohne das zu berücksichtigen, was sie hervorgebracht hat? Philosophische Systeme werden doch wohl durch Vernunft hervorgebracht und trotzdem soll auch von diesen gänzlich abgesehen werden? Macht man sich hier nicht anheischig, etwas zu unternehmen, dessen Gelingen außerhalb jeder Möglichkeit liegt? Alles, was ist, ist das, was es ist, nur im Verhältnis zu einem anderen. Wir können nicht ein einziges Urteil fällen, ohne Beziehung zu nehmen auf etwas, was bewußt oder unbewußt zu Grunde gelegt wird. In den beiden Urteilen: Dieser Gegenstand ist schwer, dieser ist leicht — fassen wir entweder den Kraftaufwand in das Auge, welcher notwendig ist, um die beiden Gegenstände zu heben oder sonst-

wie in Bewegung zu setzen (absolutes Gewicht), oder wir vergleichen den Druck der beiden Körper mit dem Druck eines andern von gleichem Rauminhalte (spezifisches Gewicht). Im ersteren Falle setzen wir vielleicht die beiden Körper in Beziehung zu der Leistungsfähigkeit unseres Organismus, namentlich wenn es sich darum handelt, daß wir sie in Bewegung setzen, im zweiten befreien wir uns bis zu einem gewissen Grade von unserem Organismus und suchen nach Beziehungen der Körper untereinander; beiden Fällen aber gemeinsam ist, daß Verhältnisse darin ausgesprochen werden. Quecksilber schmilzt bei -39^0, Eis bei 0^0, Blei bei $+335^0$. Schmelzendes Eis ist warm in bezug auf schmelzendes Quecksilber, kalt in bezug auf unsere Nerven, sehr kalt in bezug auf schmelzendes Blei. Wir können Beispiele anführen, so viel wir wollen, stets werden wir finden, daß unsere Urteile nur Sinn und Bedeutung haben, wenn ein Ding oder eine Reihe von Dingen gesetzt wird, welche den Vergleichspunkt bilden. Die Rose ist rot, wenn alle Gegenstände, welche den Sehnerv in analoger Weise reizen, als rot bezeichnet werden; sie wäre blau, wenn der Sprachgebrauch von jeher dieselben Gegenstände als blau bezeichnet hätte. Wir vergleichen Dinge untereinander oder stellen sie in Beziehung zu unserem Organismus und bezeichnen sie dann mit gleichen Prädikaten, wenn sie diesen in analoger Weise reizen. Mit einem Worte: was wir urteilen, sind in Wahrheit nicht Dinge, sondern Beziehungen der Dinge untereinander oder Beziehungen derselben zu unserem Organismus, zu unseren Gewohnheiten, zu unserem Wünschen und Wollen, zu unseren überlieferten oder erworbenen Anschauungen. Mit diesem Räsonnement befinden wir uns in bester Übereinstimmung mit Kant. Denn das, was wir hier mit Beispielen belegt und dadurch überzeugend dargethan haben, ist genau dasselbe, was Kant stets behauptete, wenn auch nie klar bewiesen und also formuliert hat: Die Dinge an sich sind uns völlig unbekannt. Wir werden diesen Hauptsatz der Kant'schen Erkenntnistheorie später noch eingehender zu prüfen und das Wahre von dem Scheinbaren und gänzlich Unberechtigten, welches man, von ganz andern als philosophischen Gesichtspunkten ausgehend, hineingedichtet hat, sorgfältig zu trennen haben. Hier kommt es uns darauf an, aufmerksam zu machen, daß Kant jene Wahrheit auf die Vernunft oder den Verstand nicht ausgedehnt hat, daß beide ihm vielmehr als das Ding an sich erschienen sind. Und dieses ist der Haupt- und Kardinalfehler seines Systems. Es handelt sich heute darum, Verstand oder Vernunft als Beziehungen der Dinge unter sich oder zu unseren Empfindungen, Wollen und Handeln ausdrückend darzustellen. Die Rechte des Verstandes sollen gewahrt werden, aber auch die Rechte der Dinge. Mit Meisterschaft und überzeugender Klarheit hat Kant für alle Zeiten bewiesen, daß die Elemente des Verstandes, die Begriffe, nicht gleich sind den sinnlich wahrnehmbaren Dingen. Darin aber hat er gefehlt, daß er die sinnlich wahrnehmbaren Dinge auch aus dem Verstande ableiten, zu der Anschauung auf dem Wege des Begriffes gelangen wollte. Er hat ein wahres Prinzip einseitig erweitert und dadurch wurde es falsch. Nach Kant ging es nicht mehr an, den Verstand von den Dingen völlig absorbieren

zu lassen; er ist der gründliche Widerleger des dogmatischen Materialismus; dies ist sein Verdienst. Heute aber können wir es nicht mehr dulden, daß die anschaulich gegebene Welt zu einem bloßen Verstandeswesen verflüchtigt werde. Hierin hat Kant geirrt; er hat sich nicht so weit vom Idealismus befreien können, um die Realität dieser Welt voll und ganz einzusehen; gleichwohl hat er auch hier einige Anhaltspunkte zur Bekämpfung des letzteren gegeben. Es gibt gewisse Krystallformen, welche der Mineraloge als hemiedrisch bezeichnet. Man kann solche Formen dadurch von gewissen anderen Formen, den holoedrischen, ableiten, daß man sich eine Fläche der letzteren so entwickelt vorstellt, daß die andere anliegende zum Verschwinden gebracht wird, und dieses Ausdehnen der einen und Verschwinden der anderen Fläche um den ganzen Krystall herum fortsetzt. Im Sinne dieser Erscheinung kann man sagen, daß unsere Weltanschauung sich bis jetzt immer nur hemiedrisch entwickelt hat. Hemiedrisch verfährt der dogmatische Materialist, welcher in der Vielheit der Dinge das einheitliche Wesen des Verstandes vergißt, indem er die Elemente des Verstandes, die Vereinheitlichungen ungleichartiger Dinge zu etwas Gleichartigem, die Begriffe, wiederum als Dinge setzt. Aber hemiedrisch verfährt auch der dogmatische Idealist, indem er selbst in dem anschaulich Gegebenen etwas vom Verstande Gesetztes erblickt. Von dieser idealistischen Verkehrtheit ist Kant, wie wir später deutlich einsehen werden, keineswegs freizusprechen. Hemiedrisch ist bis jetzt die Weltauffassung gewesen, holoedrisch muß sie werden: Welt und Verstand müssen in ihre natürlichen Rechte eingesetzt werden. Man kann dies für eine neue Philosophie halten und als Philosophie der Wirklichkeit bezeichnen. In Wahrheit ist es nur das Wesen der Naturforschung, welches als Philosophie erfaßt und ausgesprochen wird.

3. In Untersuchungen der reinen Vernunft soll es aber nicht erlaubt sein, zu meinen, und alles, was darin einer Hypothese ähnlich sieht, soll mit Beschlag belegt werden. Ist das nicht allzu kühn gesprochen? Ist es uns nicht jetzt schon wahrscheinlich geworden, daß die Kant'sche Anschauung vom Wesen der Vernunft eine unbewiesene Hypothese ist, und wären wir nicht jetzt schon befugt, sie ohne weiteres in Beschlag zu nehmen? Indes, handeln wir nicht vorschnell, machen wir uns nicht einer ähnlichen Übereilung schuldig. Ein Inventar der Vernunft soll aufgestellt werden und dieses soll so vollständig sein, daß es von der Nachkommenschaft nicht im mindesten vermehrt werden kann (Abs. 3). Wenn eine solche Inventarisierung Aussicht auf Erfolg haben soll, so muß die Voraussetzung, daß die Vernunft zeitlos und ewig ist, also keine Geschichte, keine Entwickelung darin sich nachweisen läßt, sich als zutreffend erweisen. Aber ist denn das der Fall? Wir werden gleich nachher sehen, daß Kant selbst auf die lange, dunkle, rätselhafte Geschichte der menschlichen Vernunft hinweist. Hat nun die Vernunft eine Geschichte, so ist die ganze Inventarisierung ein eitles, unfruchtbares Unternehmen. Wir erkennen gerne unumwunden an, daß Kant einer der gewaltigsten und umfassendsten Denker aller Zeiten ist, daß er nicht nur die Vernunft seiner Zeit, sondern auch die vorangegangener Generationen in sich zusammengefaßt hat. Aber haben wir denn in den

hundert Jahren, die seit der Verabfassung seiner Kritik der Vernunft verflossen, nichts erlebt, keinen Fortschritt in der Erkenntnis bewirkt? Sind nicht unterdessen eine Reihe der glänzendsten und originellsten Denker aufgetreten? Haben nicht unterdessen ein Feuerbach, ein Schopenhauer, ein Berzelius, ein Liebig, ein Kolbe, ein Darwin — um nur solche zu nennen, die bereits selbst wieder der Geschichte angehören — gedacht und geschrieben? Und dies alles sollte gewesen sein, ohne daß das Inventar der Vernunft den mindesten Zuwachs erhalten hätte? Nein! das ist ganz und gar unmöglich. Was also konnte Kant im günstigsten Falle inventarisieren? Nun, den Inhalt der Vernunft seiner Zeit, den Inhalt der Kant'schen Vernunft. Wenn aber dem also ist, ist dann nicht mit aller Sicherheit vorauszusagen, daß eine Zeit kommen wird, in welcher das Inventar der Kant'schen Vernunft als eine ebenso lästige Bürde empfunden wird, gerade wie die Philosophie des Aristoteles von den bahnbrechenden Denkern der Renaissance, einem Giordano Bruno, Petrus Ramus, Nicolaus Copernicus, Petrus Pomponatius, Thomas Campanella glorreichen und gesegneten Andenkens? Oder ist der Zeitpunkt vielleicht heute schon eingetreten? Könnte die ausschließliche, immer wieder von vorn beginnende Beschäftigung, welche unsere Zeit der Vernunftkritik widmet, neben ihrer berechtigten und empfehlenswerten Seite nicht auch eine bedenkliche Kehrseite haben? Wenn die Vernunftkritik Kant's den Neokantianern gar so konform ist und so außerordentlich zutreffend erscheint — warum verstehen sie dann dieselbe nicht, warum kommentieren sie dieselbe immer wieder von neuem und können sich nie genug thun? Eine Frage, die wirklich gelöst ist, erhebt man nicht immer wieder von neuem. Es ist höchst wahrscheinlich, daß die Neokantianer die Kant'sche Philosophie bloß deshalb nicht recht verstehen können und fortwährend im Streite liegen, weil ihr Denken von Hunderten von Begriffen und Zweifeln durchzogen ist, von denen Kant gar nicht berührt wurde, die er aber gar nicht berücksichtigen konnte, aus dem einfachen Grunde, weil jene erst eine Frucht der letzten hundert Jahre sind. Widersprüche über Widersprüche, Dunkelheit und Unklarheit legen sie dem großen, unbeugsamen und konsequenten Denker zur Last! Ja, wenn man den Verstand einer abgelaufenen Epoche mit dem Verstande einer beginnenden beleuchtet, wenn man nicht die Fähigkeit hat, seinen Kopf auszuleeren und einer durchaus anderen Denkungsart unterzuordnen, dann muß jener allerdings sich recht dunkel und widerspruchsvoll ausnehmen. Kant, im Lichte seiner Zeit betrachtet, ist jedoch nicht so dunkel, nicht so widerspruchsvoll. Er hat ein mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmendes System mit all der Klarheit und logischen Folgerichtigkeit aufgestellt, die je einem Philosophen zur Seite gestanden haben. Am Stoff und an der Zeit liegen die Dunkelheiten, nicht an der Darstellung, an der formalen Behandlung.

4. In Abs. 4 wird für die Frage, ob die metaphysischen Untersuchungen einen wissenschaftlichen Charakter an sich tragen, der Erfolg als maßgebend bezeichnet. Daß Kant es wagte, in der Vorrede zur 2. Auflage den Erfolg als Kriterium für den Wert seiner Untersuchung hinzustellen, beweist zur Genüge, daß er Ursache hatte, mit ihm bis

dahin zufrieden zu sein. Aber man kann nicht einmal sagen, daß derselbe sich in ganz positiver Weise gezeigt hatte. In dem Anhang zu den Prolegomenen heißt es sogar: »Ich bin dem gelehrten Publikum auch für das Stillschweigen verbunden, womit es eine geraume Zeit hindurch meine Kritik beehrt hat; denn dieses beweist doch einen Aufschub des Urteils, und also einige Vermutung, daß in einem Werke, das alle gewohnte Wege verläßt und einen neuen einschlägt, in den man sich nicht sofort finden kann, doch vielleicht etwas liegen möge, wodurch ein wichtiger, aber jetzt abgestorbener Zweig menschlicher Erkenntnisse neues Leben und Fruchtbarkeit bekommen könne, mithin eine Behutsamkeit, durch kein übereiltes Urteil den noch zarten Pfropfreis abzubrechen und zu zerstören [1].« Aber es spricht sich in diesen Zeilen eine schalkhafte Ironie und das Gefühl geistiger Überlegenheit aus, welches Kant stets bekundete, wenn er auf seine mediokren Zeitgenossen zu sprechen kam. Von demselben Gefühle ist die Antikritik durchzogen, welche sich gegen Garve und Feder richtete. Diese hatten in den Göttingischen gelehrten Anzeigen vom 19. Januar 1782 das Werk Kant's kritisiert. In seiner Replik betont Kant, daß sein Idealismus ein kritischer sei, der den bisherigen umstürze. Dem Satz aller echten Idealisten, von der Eleatischen Schule an bis zum Bischof Berkeley: »alle Erkenntnis durch Sinne und Erfahrung ist nichts als lauter Schein, und nur in den Ideen des reinen Verstandes und Vernunft ist Wahrheit«, setzt er seinen Grundsatz entgegen: »alles Erkenntnis von Dingen aus bloßem reinem Verstande oder reiner Vernunft ist nichts als lauter Schein und nur in der Erfahrung ist Wahrheit« [2]. Daß Kant wirklich der Schöpfer der kritischen Methode in Deutschland ist, daß er dadurch zu dem seinen Zeitgenossen weit überlegenen Denker wurde, soll wiederholt und ausdrücklichst anerkannt werden. Aber die hier vorliegende Aufgabe ist nicht, die Philosophie Kant's im Lichte seiner, sondern unserer Zeit zu schildern. Nun entspricht es ohne Zweifel einer billigen und gerechten Beurteilung, wenn wir den Maßstab, nach welchem ein Philosoph seine Leistung bemessen haben will, auch wirklich anlegen. Fragen wir nun, ob die Philosophie durch die Kritik der reinen Vernunft in das Fahrwasser einer steten Entwickelung geleitet worden sei, so sind wir berechtigt, mit einem entschiedenen Nein zu antworten. Schon die bloße Existenz der nachkantischen Spekulation, der Philosophie eines Fichte, Schelling, Hegel, Herbart, noch mehr aber ihre Schicksale und ihre Beurteilungen in der Gegenwart gewähren mehr als genügende Berechtigung. Aber nicht genug: selbst diejenigen Philosophen der Gegenwart, welche gar nichts weiter sein wollen als Kantianer strikter Observanz, stellen nichts weniger als eine kompakte, in ihren Grundprinzipien feststehende wissenschaftliche Richtung dar. Nicht einmal bezüglich eines Hauptpunktes der Vernunftkritik, ob nämlich das von ihr gemeinte Apriori ein aus der physischen Organisation des Menschen entspringen-

[1] Kant's sämtliche Werke, herausgegeben von Karl Rosenkranz und Fr. W. Schubert. III. Bd. S. 161. Diese Ausgabe wird stets citiert, wenn auf andere Werke Kant's bezug genommen wird.

[2] Ebenda S. 154.

des oder ob es ein wahrhaft schöpferisches sei, welches seine Objekte selbst setzt und bestimmt, besteht Übereinstimmung, abgesehen von einer Unzahl anderer untergeordneterer Punkte. Zwischen diesen beiden Hauptrichtungen, welche man als realistische Linke und idealistische Rechte bezeichnen kann, ist eine dritte zu unterscheiden, welche zu vermitteln strebt und, wie alle Vermittler, Undank von beiden Seiten erntet. Demnach sind wir berechtigt, der Philosophie unserer Zeit den Charakter einer Wissenschaft abzusprechen. Denn von einer Wissenschaft kann nur dann gesprochen werden, wenn man bei gleicher Methode und gleichen Ausgangspunkten zu allgemein verbindlichen Resultaten der Erkenntnis gelangt und die Erkenntnis »nicht in jedem Kopfe neu ansetzt« [1]. Angesichts dieses Zustandes erscheint es in einer naturwissenschaftlichen Zeitschrift ganz am Platze, den Philosophen zu empfehlen, bei Beurteilung des Wertes gewisser naturwissenschaftlicher Theorien eine etwas größere Vorsicht und Behutsamkeit walten zu lassen. Denn der Philosophie, die den Beweis für ihre Wissenschaftlichkeit noch nicht geliefert hat, kann doch nicht das Recht zuerkannt werden, über Wissenschaften zu Gerichte zu sitzen, welchen der wissenschaftliche Charakter schon seit Jahrhunderten aufgedrückt ist.

5. In Abs. 5 wird die formale Logik als diejenige Wissenschaft bezeichnet, welche gleichsam den Leitfaden für den Gang bildet, den die Untersuchungen der reinen Vernunft zu nehmen haben. Sie abstrahiere von allen Objekten der Erkenntnis, hier habe es der Verstand nur mit sich und seiner Form zu thun und diesem Umstande sei es zuzuschreiben, daß sie eine allem Anscheine nach vollendete Wissenschaft sei. — Wir haben zunächst die Voraussetzung zu prüfen, ob die Logik in der That von allen Objekten der Erkenntnis abstrahiert. Die Bezeichnung Objekt wird von Kant leider in ganz verschiedenem Sinne gebraucht, wodurch allein eine große Anzahl von angeblichen Dunkelheiten und Widersprüchen sich ergeben. Wir müssen also unterscheiden. Nimmt Kant Objekt im Sinne des anschaulich Gegebenen, so hat er vollkommen Recht: solche Objekte liegen der Logik nicht vor. Aber abstrahiert sie denn von Objekten in allem und jedem Sinne? Keineswegs! Die Objekte der Logik sind logisch angeordnete Begriffe, Gedankensysteme oder daraus fließende Urteile. Von diesen kann sie schlechterdings nicht absehen, denn sie bilden das Substrat ihrer Untersuchung und Entwickelung. Damit die Logik entstehen konnte, mußte eine ganze Reihe solcher Gedankensysteme bereits vorliegen. Der Grund ist ein sehr einfacher. Die idealistischen griechischen Philosophen, Xenophanes an der Spitze, hatten den Verstand als das allen Menschen gemeinsame, die Dinge nach und aus seinen Qualitäten ordnende Vermögen betrachtet; dies ist heute noch das Prinzip des Idealismus. Man versteht, daß ein sich und alles bestimmendes Vermögen sich doch nicht selbst widersprechen, sich nicht selbst untreu werden kann. Gleichwohl aber befand man sich einer ganzen Reihe von Systemen gegenüber, die aus diesem gleichartigen

[1] Vergl. Carl Göring, System der kritischen Philosophie, Bd. 1, S. 13, Bd. 2, S. 8, ferner meine „Theorien der modernen Chemie", III. Teil, 1884, S. 77, 78.

Vermögen hervorgegangen sein sollten und doch in die verschiedenartigsten schwer oder gar nicht zu vereinbarenden Gesichtspunkte ausliefen. Diese Wahrnehmung war höchst auffallender Art, weil sie dem vorausgesetzten Wesen des Verstandes durchaus widersprach, und erheischte deshalb dringend eine wenn auch noch so notdürftige Erklärung. Nun hatte man bemerkt, daß bei dem Urteilen und Schließen aus reinen Begriffen doch auch gewisse Fehler gemacht werden konnten. Dies gab Veranlassung, die Methoden und Regeln, welche man beim Urteilen und Schließen beobachtete, von den Gedankensystemen zu abstrahieren und auf deutliche Begriffe zu bringen. Auf diese Weise entstand die formale Logik [1], welche in der That schon seit Aristoteles' Zeiten eine vollendete Wissenschaft ist und welche bis zum heutigen Tage benutzt wird, um ein wissenschaftliches System auf seine Wahrheit zu prüfen. Wir werden sofort sehen, daß sie sich hierzu als nicht ausreichend erweist. Nun haben wir früher gehört, daß Kant in den Untersuchungen der reinen Vernunft auch von allen Gedankensystemen (Abs. 2 der Darstellung und der kritischen Erörterungen) absehen will. Mit diesem Vorhaben setzt er aber sich in Widerspruch mit der Natur und Entstehungsweise der Logik; denn es ist ja von selbst klar, daß Logik ohne jedwede Grundlage gar nicht entstehen konnte. Er begeht also eine Willkürlichkeit, die, wenn sie durchschaut worden ist, die größte Schwäche seines Systems ausmacht, nicht durchschaut aber ein unüberwindliches Bollwerk bildet. Kant konnte nimmermehr von allen Denkprodukten absehen, er mußte, wenn ihm die Entstehung der formalen Logik Leitstern sein sollte, wenigstens von einem Gedankensystem ausgehen. Dann hätte er behaupten können, daß das Inventar der reinen Vernunft auf kritischem Wege entstanden sei. So aber ist es rein dogmatisch entstanden; in seinem Verfahren liegt nicht der geringste Unterschied von dem jedes andern Dogmatikers, der seine Begriffe so definiert, wie es sein vorgefaßter Plan erheischt. Jedoch betrifft dies, wie ich gleich hinzusetzen muß, nur die transcendentale Ästhetik und Analytik (Kategorienlehre), nicht aber die transcendentale Dialektik; in dieser ist er wirklich der Kritiker und bahnbrechende Denker, als welchen die Geschichte ihn nennt. Doch hatte Kant, bevor er zur »alles zermalmenden« Kritik sich anschickte, alles das schon in Sicherheit gebracht, was er vor den Angriffen der Kritik geschützt wissen wollte. Was das ist, geht aus den Absätzen 10—12 klar genug hervor und werden wir betreffenden Orts darauf zurückkommen.

Wir haben nun noch zu untersuchen, ob vermittelst der formalen Logik ein Gedankensystem auf seine Wahrheit d. i. auf seine Übereinstimmung mit der Wirklichkeit geprüft werden kann. Wir haben wie bekannt eine höchst ansehnliche Reihe spekulativer Gedankensysteme. Zwar besitzt keines von ihnen allgemeine Geltung und dennoch üben sie auf den philosophisch denkenden Kopf eine Anziehungskraft aus, der er sich nicht entziehen kann. Wer Descartes, Malebranche, Spinoza,

[1] Weitere sehr beachtenswerte Momente bezüglich Entstehung der Logik hat Schopenhauer sämtliche Werke, II. Bd. S. 56, angegeben.

Leibnitz, Kant, Fichte, Schopenhauer studiert, sei es in den Originalwerken, sei es an der Hand meisterhafter Darstellungen, an welchen unsere philosophische Litteratur ja nicht arm ist, der wird von dem Gedankenkreise dieser Philosophen ergriffen und unwillkürlich zu ihrem Anhänger, wenigstens insolange werden, als er sinnend innerhalb ihres Systems verweilt. Und doch überkommt ihn ein Gefühl des Unbefriedigtseins und der Enttäuschung, sowie er aus demselben heraustritt und sein Auge auf die Wirklichkeit richtet. Was ist die Ursache dieser verschiedenartigen Wirkung? Suchen wir dieselbe zu ermitteln: sie enthüllt uns das Wesen der formalen Logik. Zunächst, was ist der Grund der Anziehungskraft? Die Einheit der Gedankenentwickelung, welche die Probe der formalen Logik aushält. Aber worin besteht diese Einheit? Sie besteht darin, daß ein System von einer Grundidee beherrscht und zusammengehalten wird; die einzelnen Begriffe sind so formuliert, wie es die Grundidee erheischt, und sind so angeordnet, wie diese es vorschreibt. Wenn nun der Leser, den Blick auf die Wirklichkeit geheftet, versucht, das Gedankenbild nachzukonstruieren, so verschwindet diese Einheit. Der Grund kann ein dreifacher sein: entweder werden die Ideen des Systems weiter ausgezogen, als der Philosoph zu thun für gut befand, oder die Definitionen der verschiedenen Begriffe sind ihm nicht immer mit voller Präzision gegenwärtig und werden aus eigenen Mitteln ergänzt, oder, was der häufigste Fall ist, der Nachdenkende stößt auf Thatsachen, welche in dem Systeme gar keine Berücksichtigung gefunden haben. Dadurch verschwindet der Zauber der Einheit und macht dem Gefühle der Enttäuschung platz. Der schulgerechte Kopf, bei dem dank unseren bekanntlich sehr vortrefflichen pädagogischen Dressurkünsten das Geschultwerden an die Stelle des Selbstdenkens getreten ist, muß natürlich annehmen, daß der Grund des Unbefriedigtseins allein in seiner Unwissenheit und Beschränktheit liegt. Denn berichtigt er seine Interpolationen durch die Bestimmungen des Systems, so stellt sich die Einheit wiederum her. Er übersieht und muß übersehen, daß die Einheit nur eine künstliche, gemachte ist. Die formale Logik ermöglicht ihm nur, ein System auf seine formale Richtigkeit, nicht aber auf seine Wahrheit d. i. auf seine Übereinstimmung mit der Wirklichkeit zu prüfen. Die formale Richtigkeit besteht aber lediglich darin, daß die Entfaltung des Grundgedankens gemäß dem logischen Gesetze von der Identität fortschreitet[1]. Wenn man nicht annimmt, daß Kant durch seine Kritik der reinen Vernunft eigentlich nur der Moraltheologie eine Stütze unterschieben wollte, so ist es unmöglich zu begreifen, daß er diesen Charakter spekulativer Systeme durchschaut hat und — doch selbst ein solches System aufstellen konnte. In seinen geistvollen Prolegomenen findet sich folgende höchst merkwürdige Stelle: »Man kann in der Metaphysik auf mancherlei Weise herumpfuschen, ohne eben zu besorgen, daß man auf Unwahrheit werde

[1] Daß das oberste Denkgesetz, das Gesetz der Identität, ein Gesetz der Sinne ist, wurde von L. Feuerbach bewiesen. Vergl. sämtliche Werke Bd. XV. S. 240—249, besonders S. 244; ferner meine Schrift: L. Feuerbach's Philosophie, die Naturforschung und die philosophische Kritik der Gegenwart S. 210, ferner 155—157.

betreten werden. Denn wenn man sich nur nicht selbst widerspricht, welches in synthetischen, obgleich gänzlich erdichteten Sätzen gar wohl möglich ist: so können wir in allen solchen Fällen, wo die Begriffe, die wir verknüpfen, bloße Ideen sind, die gar nicht (ihrem ganzen Inhalte nach) in der Erfahrung gegeben werden können, niemals durch Erfahrung widerlegt werden. Denn wie wollten wir es durch Erfahrung ausmachen: ob die Welt von Ewigkeit her sei, oder einen Anfang habe, ob Materie ins Unendliche teilbar sei, oder aus einfachen Teilen besteht; dergleichen Begriffe lassen sich in keiner, auch der größtmöglichen Erfahrung geben, mithin die Unrichtigkeit des behauptenden oder verneinenden Satzes durch diesen Probierstein nicht entdecken«[1]. Was Kant hier kurz und bündig sagt, das habe ich nur eingehender zu erläutern. Zunächst ergibt sich, daß er einen prinzipiellen Mißgriff gemacht hat, wenn er, um Kritik zu üben, das Verfahren der formalen Logik nachahmte.

Weil also die spekulativen philosophischen Systeme formale Einheit besitzen, so rufen sie auch bei dem Leser Einheit hervor und diese ist der Grund der Anziehungskraft, den sie auf uns ausüben. Durch die Mittel der formalen Logik können sie zwar in mannigfacher Weise erweitert und umgeformt werden; etwa so, daß man nachweist, daß der Begriff, der das Grundprinzip eines Systems bildet und als der absolute, ausschließlich wahre geltend gemacht wird, diese Ansprüche nicht erfüllt, wodurch die Notwendigkeit eines erweiterten Prinzips dargethan wird, oder daß untergeordnete Begriffe nicht die ihnen gebührende Stellung besitzen, und auf ähnliche Weise. Aber widerlegt, als unhaltbar nachgewiesen, weil der Erfahrung widerstreitend, können sie durch jene Mittel nicht werden. Und dies ist uns auch sofort begreiflich: die formale Logik hat es ja nicht mit sinnlich gegebenen, sondern mit unsinnlichen Objekten, mit Begriffen und ihrer Stellung zu einander und mit dem rein technischen Geschäfte des Urteilens und Schließens aus denselben zu thun. Einen spekulativen Philosophen aus den Bestimmungen seines Systems heraus zu widerlegen, ist ein ebenso undurchführbares Unternehmen, als etwa einen Usurpator verurteilen auf Grund von Gesetzen, die dieser selbst verfassen ließ, um seine Machtansprüche juristisch, d. h. rein formell zu rechtfertigen, damit er neben dem Genuß der Gewalt auch den Genuß eines äußerlichen, aber allen erkenntlichen Rechtstitels besitze. Denn dafür ist ja das System da, damit die einzelnen Begriffe sich gegenseitig stützen, begründen und rechtfertigen. Um ein solches System in Wahrheit zu widerlegen, muß man die Begriffe und die ausgesprochenen und nicht ausgesprochenen, weil dem Verfasser meist selbst nicht zum Bewußtsein gekommenen Prämissen zerstören, aus und auf welchen es errichtet ist. Um dies zu bewerkstelligen, muß man den Standpunkt von vornherein außerhalb des Systems nehmen; die Begriffe müssen herausgenommen, zerbrochen und ihr Inhalt mit den anschaulich gegebenen Thatsachen, von welchen er angeblich stammt, verglichen werden. Zu

[1] Sämtliche Werke, Bd. III, S. 110.

diesen Operationen bedarf man jedoch einer ganz anderen Logik, die im wesentlichen ein Kind der Neuzeit, insbesondere der Naturwissenschaft ist: der realistischen, konkreten oder induktiven Logik. Diese zeigt, wie ein aus der Wirklichkeit geschöpfter Begriff beschaffen sein muß, um dieser zu entsprechen. Erst aus solchen Begriffen kann ein dem Weltlauf kongruentes Gedankensystem erzeugt werden. Hierzu ist jedoch ein ebensowohl streng logisch als synthetisch denkender Kopf oder, um den Begriff des Synthetischen zu erläutern, eine künstlerisch organisierte Natur nötig, welcher der Plan zu dem Ganzen schon vorschwebt, ehe sie an die Ausarbeitung der einzelnen Teile herantritt. Diese müssen so formuliert und gleichsam abgetönt werden, daß sie gehörig ineinander greifen, sich gegenseitig bedingen, damit über das Ganze sich der täuschende Schein der Einheit, der Symmetrie lege. Denn darauf wird selbst die realistische Weltauffassung nie verzichten: auch wir verlangen, abgesehen von anderen Momenten, die später erörtert werden sollen, daß ein Gedankengebäude, welches wir bewohnen sollen, unserem logisch-ästhetischen Sinne Genüge leiste. Freilich, höher als diese Bedingung steht uns eine andere, die der Bewohnbarkeit überhaupt: denn was hilft uns die schönste Architektur, wenn wir jeden Augenblick befürchten müssen, daß uns unser Haus über den Köpfen zusammenstürzt oder unter den Füßen versinkt? — Es gehört wiederum zu den glänzendsten Leistungen der Kant'schen Denkkraft, daß sie das ideale, oder wie es richtiger ist zu sagen, das subjektive, künstlerische Element bei der Systembildung klar erkannte. Wie es nun kam, daß er den Wert desselben überschätzte und auch das sinnlich Gegebene für ein vom denkenden Subjekte gesetztes d. i. für ein ideales hielt, das wird in der Folge klar werden.

7. In Abs. 7 führt Kant insbesondere Mathematik als Beispiel für theoretische Erkenntnisse an, welche ihre Objekte a priori bestimmen. Was sind nun Erkenntnisse oder Urteile, welche ihre Objekte a priori bestimmen? Es handelt sich hier zunächst darum, diese Frage ganz im allgemeinen zu erörtern; ihre völlige Auflösung kann erst im Verlaufe dieser Untersuchungen gegeben werden. Zu diesem Behufe müssen wir auf seine Lehre von den Urteilen bezug nehmen. Kant unterschied nämlich 1) analytische, 2) synthetische Urteile. Unter ersteren verstand er solche, in welchen das Prädikat bereits im Subjekte enthalten oder, was dasselbe ist, in welchen durch das Prädikat nichts neues über das Subjekt ausgesagt wird. »Alle Körper sind ausgedehnt« — ist nach Kant ein analytisches Urteil. »Denn man braucht nicht über den Begriff, den man mit dem Körper verbindet, hinauszugehen, um die Ausdehnung, als mit demselben verknüpft, zu finden[1].« In dem Urteile wird also nur das mit Worten erläutert oder deutlich herausgesetzt, was in dem Begriffe schon gedacht wird. Nun war Kant ganz allgemein der Meinung, »daß es ungereimt wäre, ein analytisches Urteil auf Erfahrung zu gründen, weil ich aus meinem Begriffe gar nicht hinausgehen darf, um das Urteil abzufassen, und also kein Zeugnis der Erfahrung dazu

[1] Kritik der reinen Vernunft S. 43.

nötig habe[1]«. Diese Meinung ist für die analytischen Urteile als solche vollkommen zutreffend. Gleichwohl folgt aber daraus nicht, was Kant als selbstverständlich annahm und deshalb gar nicht erörterte, nämlich daß auch zu dem Zustandekommen des Begriffs keine Erfahrung notwendig sei. Kant hatte von den Metaphysikern, obwohl er sie in einigen Punkten bekämpfte und widerlegte, doch die Voraussetzung unkritisch übernommen, daß Vernunft ein Vermögen sei, welches Begriffe aus sich, also ohne auf Erfahrung bezug zu nehmen, erzeugen könne. Diese Auffassung ist jedoch unrichtig. Der wissenschaftliche Begriff nimmt seinen Ursprung stets aus der Erfahrung und muß in den der unmittelbaren Anschauung am nächsten stehenden Formen als die Verknüpfung ungleichartiger Vorstellungen nach ihren gleichartigen Merkmalen definiert werden. Aus solchen Begriffen können dann wiederum neue hervorgehen, wie bereits gezeigt wurde (Einleitung Abs. 17). Welche Merkmale auf diese Weise zusammengefaßt werden, liegt allerdings in dem Belieben dessen, der den Begriff aufstellt, und ist insofern willkürlich. So verknüpft der Physiker der Gegenwart in dem Begriffe Körper nicht bloß das Merkmal der Ausdehnung, sondern auch das der Schwere, der Teilbarkeit, der Undurchdringlichkeit, der Porosität und andere. Nun ist allerdings richtig, daß man von dem Begriff Körper alle diese genannten Merkmale sich wegdenken kann, nur den der Ausdehnung nicht. Also hat Kant doch recht, wenn er annimmt, daß der Begriff der Ausdehnung ein Vernunftbegriff ist? Nein, der Sachverhalt ist vielmehr folgender: Die Fähigkeit, von sinnlich existierenden Körpern eine Reihe von Merkmalen wegzulassen oder, wenn man will, wegzudenken, ist eben die Fähigkeit, auf welcher die Bildung der Begriffe überhaupt beruht. So kann man sich wohl denken, daß ein begrifflich vorgestellter Körper keine Schwere, keine Undurchdringlichkeit u. s. w. besitzt, aber die Ausdehnung muß man ihm wohl oder übel lassen, weil, wenn man auch diese wegdenkt, nur noch die bloße Raumvorstellung übrig bleibt oder, allgemeiner, aber mehr idealistisch ausgedrückt, weil, wenn man einem Begriff jedes Attribut raubt, der Begriff selbst sich aufhebt, negiert. Wir werden später sehen, daß dieser Sachverhalt bezüglich der Entstehung der Raumvorstellung das Fundament, auf welchem die transcendentale Ästhetik errichtet ist, diese Hauptlehre des Kant'schen Idealismus, zerstört. — Wenn also Kant sagt, daß für die Abfassung des analytischen Urteils die Erfahrung nicht notwendig sei, so trifft dies formell zu, aber nicht materiell, insofern als die Entstehung des zu Grunde liegenden Begriffes in Berücksichtigung gezogen wird.

Synthetische Urteile sind nach Kant diejenigen, in welchen der Subjektbegriff durch Hinzufügung des Prädikats erweitert, also durch dieses etwas ausgesagt wird, was nicht schon im Begriffe des Subjektes enthalten ist. Aus diesem Grunde heißt er sie auch Erweiterungsurteile. Diese synthetischen Urteile werden nun unterschieden in solche 1. a posteriori und 2. a priori. Die Ansichten, welche Kant bezüglich der ersteren aufstellt, bieten keine besonderen Unterschiede im Vergleich

[1] Kritik der reinen Vernunft S. 44.

mit der Auffassung dar, welche der Realismus geltend zu machen hat; sie interessieren uns also nicht weiter. Dagegen sind von fundamentaler Bedeutung die Anschauungen, welche KANT bezüglich der synthetischen Urteile a priori erhoben hat. »Auf die Auflösung der Frage: wie sind synthetische Urteile a priori möglich« — sagt er — »kommt das Stehen oder Fallen der Metaphysik, und also ihre Existenz gänzlich an. Es mag jemand seine Behauptungen in derselben mit noch so großem Schein vortragen, Schlüsse auf Schlüsse bis zum Erdrücken aufhäufen, wenn er nicht vorher jene Frage hat genugthuend beantworten können, so habe ich Recht zu sagen: es ist alles eitle, grundlose Philosophie und falsche Weisheit. Du sprichst durch reine Vernunft und maßest dir an, a priori Erkenntnisse gleichsam zu erschaffen, indem du nicht bloß gegebene Begriffe zergliederst, sondern neue Verknüpfungen vorgibst, die nicht auf dem Satze des Widerspruchs beruhen und die du doch so ganz unabhängig von aller Erfahrung einzusehen vermeinst; wie kommst du nun hierzu, und wie willst du dich wegen solcher Anmaßungen rechtfertigen? Dich auf Bestimmung der allgemeinen Menschenvernunft zu berufen, kann dir nicht gestattet werden, denn das ist ein Zeuge, dessen Ansehen nur auf dem öffentlichen Gerüchte beruht. So unentbehrlich aber die Beantwortung dieser Frage ist, so schwer ist sie doch zugleich[1].« Ich teile vollkommen die hier vorgetragene Ansicht von der Wichtigkeit der synthetischen Erkenntnisse a priori und auch die bezüglich der Schwierigkeit einer befriedigenden Auflösung. Diese soll auch jetzt noch nicht völlig gegeben werden. Denn noch immer ist es die Aufgabe, die Standpunkte der idealistischen und realistischen Erkenntnistheorie im allgemeinen zu entwickeln und die logischen Folgerungen daraus zu ziehen. Das unausgesprochene und KANT nicht deutlich zum Bewußtsein gekommene Prinzip des Idealismus ist, daß Vernunft ein ursprüngliches, allen Menschen gemeinsames, absolutes oder ewiges Vermögen sei. Der erkenntnistheoretische Realismus betrachtet die Vernunft als das Produkt eines Entwickelungsprozesses, der mit den ersten sprechenden Menschen anhob und mit den letzten abschließt. Untersuchen wir nun das Wesen der Vernunft, bevor wir uns diesen Entwickelungsprozeß zum klaren Bewußtsein gebracht haben, so können wir selbstverständlich doch nur eine bestimmte Phase dieses Entwickelungsvorganges fixieren, thun es aber in der irrtümlichen Meinung, daß diese bestimmte Phase die Vernunft an und für sich sei. Diese Täuschung ist sehr leicht zu entschuldigen, weil sie notwendig entstehen muß. Denn das, dessen Wesen in Frage steht, ist anscheinend vollkommen identisch mit dem Wesen dessen, welches die Prüfung übernimmt: Vernunft soll durch Vernunft untersucht, Vernunft durch Vernunft bezweifelt werden. So aber ist der wirkliche Sachverhalt gar nicht. Denn wenn Vernunft durch Vernunft geprüft wird, so wird eben die unwillkürliche Voraussetzung von der Identität der Vernunft, welche untersucht wird, mit der, welche die Prüfung unternimmt, als Täuschung empfunden, und es handelt sich in Wahrheit darum, diese Differenz

[1] Prolegomena, sämtliche Werke, Bd. III, S. 29.

deutlich darzuthun und zum Bewußtsein zu bringen. Wer keine Vernunft selbständig erworben, sondern Vernunft nur als Dressur in Form von Unterricht übernommen, sozusagen zum Geschenk erhalten hat, der wird nie auf den Einfall geraten, diese überlieferte Vernunft auf ihren Wert zu untersuchen. Nur die durch eigne Arbeit errungene Vernunft ist es, die den Widerspruch fühlt und zur Abrechnung drängt. So war es bei Kant's Zeiten, so ist es heute: Kant empfand seine Vernunft im Widerspruch mit der Vernunft der Philosophen seiner Zeit und wies den Unterschied nach, wir Realisten empfinden die Kant'sche Vernunft als im Widerspruch mit der unserigen und — thun den Unterschied dar. Nun gibt es, um zu dem eigentlichen Gegenstande unseres Absatzes zu kommen, jetzt allerdings Wissenschaften, welche den Charakter strengster Allgemeinheit und Notwendigkeit angenommen haben; in erster Linie sind hier zu nennen Mathematik und Mechanik. Werden diese Wissenschaften, wie nach dem Vorgange von Kant gewöhnlich geschieht, als Belege für die Existenz einer allgemein und notwendig urteilenden Vernunft angeführt, so ist die Frage einfach folgende: Bestehen Mathematik und Mechanik seit Urzeiten, besaßen sie von jeher den Charakter der Allgemeinheit und Notwendigkeit oder haben sie diesen erst erworben, haben sie eine Geschichte oder haben sie keine? Da die letzte Frage verneint werden muß, so folgt von selbst, daß den mathematischen Urteilen nur dann Allgemeinheit und Notwendigkeit zukommt, wenn man von einer bestimmten Phase ausgeht. Beide Prädikate sind somit nur historisch gegeben oder entstanden. Kant gibt dies ja selbst zu: er führt die Umänderung, d. h. die Überführung zufälliger mathematischer Erkenntnisse in allgemeine und notwendige, auf den glücklichen Einfall eines Mannes zurück. Wir werden später sehen, daß der beiläufige und zufällige Versuch, die wissenschaftliche Entwickelung mit bloßen Einfällen in Beziehung zu setzen, einen viel leichter begründbaren und entwickelbaren Kern enthält, als der ist, sie aus einer a priori funktionierenden Vernunft abzuleiten.

(Schluß folgt.)

Ein Züchtungsversuch an Mais.

Von

Fritz Müller.

In einem Vortrage über Vererbung, den Francis Galton im vorigen Jahre vor der anthropologischen Abteilung der British Association in Aberdeen gehalten hat[1] und der zu dem Besten gehört, was seit Darwin über diesen Gegenstand gesagt worden ist, spricht er sich dahin aus, daß die landläufigen Ansichten über das, was von Vererbung zu erwarten sei, weder klar noch richtig zu sein scheinen.

Und das kann kaum Wunder nehmen, so lange selbst in den Kreisen der Forscher, die dieser Frage ihre besondere Teilnahme zuwenden, über die nächstliegenden Thatsachen die widersprechendsten Ansichten laut werden. Während z. B. Galton behauptet, daß, wenn die Eltern sich von dem Typus ihrer Rasse entfernen, die Kinder zu diesem Typus zurückzukehren streben (»tend«), sagt Weismann in einem wenige Wochen später vor der deutschen Naturforscherversammlung in Straßburg gehaltenen Vortrage[2]: »Wenn derselbe Körperteil bei beiden Eltern stark ausgebildet ist, so wird er nach den Erfahrungen der Züchter geneigt sein, bei den Kindern in noch stärkerer Ausbildung aufzutreten, und umgekehrt ein schwach ausgebildeter in noch schwächerer.«

So geringe Übereinstimmung in anscheinend so einfachen Dingen hat wohl, zum Teil wenigstens, darin ihren Grund, daß die meisten der Beobachtungen über Vererbung, zu denen Kunst- und Handelsgärten, Hühnerhöfe, Taubenschläge u. s. w. allerorten ausgiebige Gelegenheit bieten, nicht geeignet sind, in Maß und Zahl ausgedrückt zu werden, und daß die dadurch bedingte Unbestimmtheit sich überträgt auf die darauf fußenden Ansichten. Bestimmte Zahlenbeispiele, die besser, als es Worte vermögen, die bei Züchtungsversuchen ins Spiel kommenden Vererbungserscheinungen veranschaulichen würden, fehlen, so viel ich weiß, allen unseren deutschen darwinistischen Schriften. Da jetzt die Vererbungsfrage wieder besonders lebhaft besprochen wird, will ich hier ein solches Zahlenbeispiel geben. Es betrifft einen drei Jahre lang fortgesetzten Versuch, Maiskolben mit möglichst großer Reihenzahl zu erzielen. Ich gebe den Bericht darüber unverändert, wie ich ihn vor sechzehn Jahren niederschrieb:

»Der gelbe Mais, der am Itajahy gebaut wird, bildet eine in fast

[1] Nature, Vol. 32. No. 830. Septbr. 24. 1885. pag. 507.

[2] August Weismann, Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektions-Theorie. Jena, 1886, S. 40.

jeder Hinsicht sehr unbeständige Spielart. Es wechseln an Pflanzen, die aus Samen desselben Kolbens gezogen worden, die Farbe der männlichen Blütenstände und der Griffel, Gestalt und Farbe der Samen, Farbe und Dicke der Spindel und namentlich in weiten Grenzen die Zahl der Längsreihen, in denen die Samen an der Spindel angeordnet sind. Diese Zahl schwankt meist zwischen 8 und 16, wobei 10- und 12reihige Kolben vorzuherrschen pflegen; äußerst selten finden sich solche mit 18 oder 20 Reihen. Unter mehreren hundert Kolben, die ich 1867 von verschiedenen Nachbarn kaufte, fand sich ein einziger mit 18, keiner mit 20 Reihen. Nicht selten ist die Reihenzahl größer im unteren als im oberen Teile des Kolbens; doch beträgt der Unterschied selten mehr als 4 Reihen. Bisweilen finden sich Kolben, an denen überhaupt keine regelmäßigen Längsreihen zu unterscheiden sind; bei meiner letzten Ernte hatte ich deren etwa $2^1/_2$ aufs Hundert. Wo gar keine Auswahl wohlgebildeter Kolben für die Aussaat stattfindet, kann ihre Zahl weit höher steigen; bei dem Mais, den wir 1852 von belgischen Ansiedlern kauften, mochten solche unregelmäßige Kolben wohl die Hälfte oder mehr der Gesamtzahl bilden.

Im Jahre 1867 säte ich nun gesondert (d. h. zu so verschiedenen Zeiten, daß Kreuzung der Blüten unmöglich war): 1) die Samen des einen 18reihigen Kolbens; 2) Samen der schönsten 16reihigen und 3) der schönsten 14reihigen Kolben.

Im Jahre 1868 wurden ebenfalls drei gesonderte Aussaaten gemacht: 1) 16reihiger Mais aus 16reihigen Samen; 2) 18reihiger aus 16reihigem und 3) 18reihiger Mais aus 18reihigem Samen gezogen.

Ebenso im Jahre 1869, und zwar 1) 18reihiger Mais, dessen Eltern und Großeltern ebenfalls 18 Reihen gehabt; 2) 20reihiger, dessen Eltern und Großeltern 18reihig gewesen, endlich 3) 22reihiger, dessen Eltern 18, dessen Großeltern 16 Reihen gehabt hatten.

Das Ergebnis dieser verschiedenen Aussaaten ist nachstehend übersichtlich zusammengestellt.

Aussaat 1867	14	16	18	16	16	18	18	18	16
Aussaat 1868	.	.	.	16	18	18	18	18	18
Aussaat 1869	.	.	.	.	.	.	18	20	22
Ernte, Kolbenzahl:	658	385	205	1789	262	460	2486	740	373
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
8reihig	0,3	0	0,5*	0,1*	0	0	0	0	0
10reihig	12,4	3,0	1,0	1,4	0,8	0,2*	0,1	0	0
12reihig	48,0	22,8	13,0	22,6	14,5	7,8	6,1	6,1	2,7
14reihig	35,6	48,6	37,8	48,5	46,7	35,4	37,3	28,5	25,3
16reihig	3,2	18,7	34,5	22,2	23,7	33,8	33,5	41,6	41,8
18reihig	0,5	6,8	12,6	4,9	12,3	18,2	18,6	20,2	24,1
20reihig	0	0,1*	0,3*	0,3	1,2	4,4	3,9	2,8	4,8
22reihig	0	0	0,3*	0	0,8	0,2*	0,5	0,8	1,0
26reihig	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3*
Durchschnittliche Reihenzahl:	12,61	14,08	14,90	14,15	14,39	15,52	15,57	15,76	16,15

Von den 9 senkrechten Zahlenreihen beziehen sich die drei ersten auf die 1867, die drei mittleren auf die 1868 und die drei letzten auf die 1869 gemachte Aussaat. Aus der letzten Reihe sieht man z. B., daß zur Aussaat 22reihiger Mais benutzt wurde, der von 18reihigem und dieser von 16reihigem abstammte; daß davon 373 Kolben geerntet wurden, unter denen weder 8-, noch 10reihige vorkamen, dagegen aufs Hundert 2,7 zwölfreihige u. s. w.; daß endlich die durchschnittliche Reihenzahl der Ernte 16,15 betrug. Ausgeschlossen bei der Berechnung wurden nicht nur die Kolben ohne deutliche Längsreihen, sondern auch diejenigen, bei denen der Unterschied der Reihenzahl im oberen und unteren Teile des Kolbens mehr als 4 betrug. (Es fanden sich z. B. in der Ernte des letzten Jahres zwei Kolben, bei denen dieser Unterschied bis auf 10 stieg — oben 12, unten 22 Reihen und dazwischen Stücken mit mittlerer Reihenzahl.) War der Unterschied nur 2 oder 4, so wurde ein halber Kolben für die eine, ein halber für die andere Reihenzahl gezählt. — Zu bemerken ist noch, daß die mit * bezeichneten Zahlen wahrscheinlich alle zu hoch sind; wenn z. B. unter 373 Kolben aus 22reihiger Saat ein einziger 26reihiger gefunden wurde, so hätte man möglicherweise weit über Tausend weitere Kolben untersuchen können, ohne auf einen zweiten 26reihigen zu stoßen.

Als erstes Ergebnis dieser kurzen Versuchsreihe stellt sich nun heraus, daß, wie zu erwarten stand, die Reihenzahl der zur Aussaat ausgewählten Kolben von wesentlichem Einfluß war auf die Reihenzahl der Nachkommenschaft. Man vergleiche z. B. die erste und letzte senkrechte Reihe; dort wurden Körner von 14reihigen, hier von einem 22reihigen Kolben gepflanzt; die durchschnittliche Reihenzahl der geernteten Kolben war nun dort: 12,61 und hier: 16,15; dort waren am stärksten die 12reihigen, hier die 16reihigen Kolben vertreten; dort fehlten Kolben mit mehr als 18, hier solche mit weniger als 12 Reihen, dort finden sich 48 %, hier nur 2,7 % 12reihige, dagegen umgekehrt dort nur 0,5 %, hier aber 24,1 % 18reihige Kolben u. s. w.

Zweitens zeigt sich, daß bei der Ernte niemals, wie man hätte denken können, diejenigen Kolben am zahlreichsten vertreten waren, die gleiche Reihenzahl mit dem Mutterkolben hatten.

Saat.		Ernte.			
14reihig	(1867)	14reihig:	35,6 %	12reihig:	48,0 %
16reihig	(1867)	16reihig:	18,7		48,6
	(1868)		22,2		48,5
18reihig	(1867)		12,6	14reihig:	37,8
	(1868)	18reihig:	18,2		35,4
	(1869)		18,6		37,3
20reihig	(1869)	20reihig:	2,8	16reihig:	41,6
22reihig	(1869)	22reihig:	1,0		41,8

Die durchschnittliche Reihenzahl des hier gebauten Maises liegt wahrscheinlich zwischen 10 und 12; alle von mir zur Saat gewählten Kolben hatten eine höhere Reihenzahl. Je höher diese Reihenzahl, um

so weniger zahlreich waren in der Ernte die mit der Mutterpflanze übereinstimmenden Kolben; 22reihige Saat gab nur 1 % 22reihige Kolben.

Bei einem Versuche mit 8reihiger Saat, der mir infolge ungünstiger Witterung nur sehr wenige Kolben brachte, wurden mehr 10reihige und 12reihige Kolben geerntet als 8reihige.

Drittens steigerte sich in fast allen Fällen die Zahl der dem Mutterkolben gleichreihigen Kolben im Vergleich zur vorhergehenden Ernte. Aus 16reihigem Mais wurden 1867 18,7 % 16reihiger und 6,8 % 18reihiger Kolben erhalten; 1868 gaben 16reihige Kolben dieser Ernte 22 % 16reihiger und 18reihige Kolben derselben Ernte 12,3 % 18reihiger Kolben.

Aus 18reihiger Saat erwuchsen 1867: 12,6 %,
„ „ „ dieser Ernte 1868: 18,2 % und
„ „ „ dieser zweiten Ernte 1869: 18,6 % 18reihiger Kolben.

Die einzige Ausnahme machte der 1869 ausgesäte 20reihige Mais; derselbe hatte 4,4 % der 1868er Ernte gebildet, lieferte aber nur 2,8 % 20reihiger Kolben.

Im allgemeinen zeigt sich, daß, je höher die Reihenzahl des Saatkolbens ist, um so mehr in der Ernte die Kolben mit niederer Reihenzahl zurücktreten, die mit höherer Reihenzahl sich mehren und daß sogar Kolben mit höherer Reihenzahl auftreten, als sie der Mutterkolben hatte und als überhaupt in der ganzen Ernte, welcher der Saatkolben entnommen wurde, vorkamen.

Als 18reihiger, aus 16reihiger Saat gezogener Mais 1868 gesät wurde, sank in der Ernte im Vergleich zur vorhergehenden die Häufigkeit der 10, 12 und 14reihigen, es stieg dagegen die der 16, 18 und 20reihigen Kolben und es traten 22reihige Kolben auf, die in der vorhergehenden Ernte gefehlt hatten. Als 1869 22reihige Saat aus dieser letzten Ernte gepflanzt wurde, verschwanden in der folgenden Ernte die 10reihigen Kolben ganz, es minderten sich die 12 und 14reihigen, es mehrten sich die 16, 18, 20 und 22reihigen und es erschien ein einzelner 26reihiger Kolben!

Außer bei den eben mitgeteilten Versuchen sind mir während langer Jahre unter dem hier gebauten Mais überhaupt niemals Kolben mit mehr als 20 Reihen vorgekommen[1].«

Soweit meine Aufzeichnungen vom Jahre 1870. Ich will nur hinzufügen, daß das von Francis Galton vor etwa 10 Jahren für die Größe der Pflanzensamen und neuerdings für die Körperhöhe der Menschen nachgewiesene Gesetz, nach welchem die Kinder von Eltern, die in irgend welcher Richtung vom »Typus« ihrer Rasse abweichen, weit entfernt, in gleicher Richtung weiterzugehen, vielmehr im Durchschnitt dem Typus

[1] Auch in späteren Jahren nicht; sie scheinen auch sonst sehr selten zu sein. Darwin sagt vom Mais: „the seeds are arranged in the ear in from six to even twenty rows or are placed irregularly“. Animals and plants under domestication, I pag. 321.

sich wieder nähern und dabei um so mehr sich von ihren Eltern entfernen, je mehr diese selbst vom Typus abgewichen waren, — ich will nur hinzufügen, daß dieses Gesetz in den eben mitgeteilten Thatsachen eine ausnahmslose Bestätigung findet.

Die typische[1] Reihenzahl des hier gebauten Maises wird zwischen den Grenzen 10 und 12 liegen. Die Untersuchung von 7358 Maiskolben lieferte nun nach der oben gegebenen Übersicht in bezug auf das Galton'sche Gesetz folgendes Ergebnis:

Reihenzahl der Eltern	Durchschnittliche Reihenzahl der Kinder	Minderzahl bei den Kindern
14	12,61	1,39
16	14,08 bis 14,15	1,85 bis 1,92
18	14,90 bis 15,57	2,43 bis 3,10
20	15,76	4,24
22	16,15	5,85

Bei 8reihiger Saat war in Gemäßheit desselben Gesetzes die durchschnittliche Reihenzahl der Kinder größer als die der Eltern.

Blumenau, Santa Catharina, Brazil, Mai 1886.

[1] „The type is an ideal form towards which the children of those who deviate from it tend to regress." Francis Galton, a. a. O. pag. 509.

Grundlinien einer allgemeinen Psycho-Physiologie.

Von

A. Herzen (Lausanne).

Einleitendes.

Die verschiedenen Auffassungen der Welt lassen sich sämtlich auf zwei Grundsysteme zurückführen, die als Monismus und Dualismus bekannt sind. Der Monismus schreibt alle Erscheinungen des Weltalls mit Einschluß der psychischen Erscheinungen der Umänderung oder Affektion einer einzigen unbekannten Essenz oder Wesenheit zu, der Dualismus dagegen bezieht sie auf zwei verschiedene Wesenheiten, die er zu kennen meint: auf Materie und Kraft, auf Körper und Geist. Nun sind aber diese beiden Hypothesen nicht allein wissenschaftlich gar nicht bewiesen, sondern es läßt sich auch weder die eine noch die andere irgendwie beweisen; denn um eine derselben beweisen zu können, müßte man das Wesen der Dinge selbst kennen; dieses aber ist unserem Verständnis unzugänglich. Es kann daher jeder zwischen Dualismus und Monismus wählen und diejenige Anschauung festhalten, die seiner Art zu denken und zu fühlen am besten entspricht. Dualist oder Monist sein heißt nicht etwa eine wissenschaftliche Thatsache oder Folgerung anerkennen; es heißt vielmehr an die eine oder andere Ansicht glauben — es ist ein Glaubensakt.

In Wirklichkeit vermag die Wissenschaft mit absoluter Gewißheit nur die Thatsache der konstanten und notwendigen Gleichzeitigkeit und Wechselbeziehung zwischen der Schwingung im Nervensystem und der geistigen Thätigkeit nachzuweisen; sie stellt dieselben also als zwei untrennbare Erscheinungen dar, die stets zusammen auftreten müssen und von denen niemals die eine ohne die andere statthaben kann; sie vermag aber auf keinerlei Weise zu entscheiden, ob die Thätigkeit des Geistes und die nervöse Schwingung eins und dasselbe oder ob es zwei verschiedene Dinge sind, die durch eine geheimnisvolle und unbegreifliche »prästabilierte« Harmonie aneinander gekettet werden. In dieser Frage kann es gar keine positiven Beweise geben, weil man eben, um solche zu liefern, erst in das Wesen der Dinge müßte eindringen können.

Es ist daher wohl klar genug, daß beide Systeme hypothetischer Natur sind und wahrscheinlich nie zu vollständiger Gewißheit, sondern

nur zu einer mehr oder weniger großen Wahrscheinlichkeit sich erheben werden. — Ich für mein Teil ziehe den Monismus vor, weil er mir besser mit der Gesamtheit unseres physikalisch-chemischen und psycho-physiologischen Wissens übereinzustimmen und demgemäß weniger leicht zu Täuschung und subjektiver Auffassung zu führen scheint. Andere werden ohne Zweifel den Dualismus vorziehen, und sie sind ganz in ihrem Rechte, vorausgesetzt daß sie sich nicht mit den Angaben der Wissenschaft in Widerspruch setzen; andernfalls würde sich ihr Dualismus nicht halten lassen, denn heutzutage muß alles, was sich nicht auf positive Thatsachen stützt — vielleicht erst nach langer Zeit, aber deshalb nicht minder unfehlbar — unterliegen.

Allein wenn man, ohne der Logik Gewalt anzuthun und ohne die positiven Angaben der Wissenschaft unter die Füße zu treten, Monist oder Dualist sein kann, so kann man es auf keinen Fall nur zur Hälfte sein. Denn einesteils, indem man von den Zeugnissen des Bewußtseins ausgeht und sich dagegen sträubt, den Verstand, das Gefühl und den Willen auf besondere Formen von Nervenschwingungen zurückzuführen, kann man eine immaterielle, einfache, ausdehnungslose geistige Essenz annehmen, welche als Substrat der geistigen Erscheinungen zu betrachten wäre; dann aber muß man, um konsequent zu sein, diese seine Betrachtungsweise auch auf alle physiologischen, chemischen, physikalischen Erscheinungen ausdehnen und eine immaterielle Substanz auch als letzten Urquell der gesamten Ernährung, der chemischen Affinität, der Wärme etc. voraussetzen, weil uns eben die Wissenschaft nirgends eine Grenzlinie andeutet, jenseits welcher es zwei Essenzen gäbe, diesseits nur eine. Andernteils kann man sich auf die Angaben der Physik und der Chemie stützen und anerkennen, daß sie darauf hin arbeiten, die dualistische Hypothese zu beseitigen, während sie zugleich der monistischen Hypothese Unterstützung gewähren, und dann kann man diese letztere annehmen; in diesem Falle muß man aber auch logischerweise zu der Folgerung gelangen, daß dasselbe von den physiologischen und psychischen Erscheinungen gilt, und zwar aus demselben Grunde.

Nichtsdestoweniger gibt es Leute, welche auf dem richtigen Standpunkte zu stehen glauben, wenn sie zu gleicher Zeit halb Monisten halb Dualisten sind. Sie sind Monisten in der Physik und Chemie, Dualisten dagegen in der Physiologie und Psychologie; sie fürchten sich davor, ihren Dualismus auf die ersteren Wissenschaften auszudehnen, und sie hüten sich wohl, den Monismus auch auf die letzteren anzuwenden. Insbesondere was die Psychologie betrifft, richten sie sich nicht etwa nach den wissenschaftlichen Thatsachen, sondern nach den Argumenten, welche ihnen die allerantiwissenschaftlichste Methode eingibt: diejenige, welche einen Schluß annimmt oder verwirft je nach den Konsequenzen, die man daraus ziehen zu müssen glaubt; »sie stigmatisieren«, wie es Lewes so gut ausgedrückt hat, »jede Opposition als falsch unter dem Vorwande, daß sie herabwürdigend sei, und nicht etwa als herabwürdigend, weil sie falsch ist.« Sie vergessen, erstens daß die Wissenschaft gar nichts zu thun hat mit den sozialen, juristischen, moralischen oder religiösen Konsequenzen ihrer Schlüsse, zweitens daß, welches immer

diese Konsequenzen sein mögen, sie auf keinerlei Weise die experimentellen oder logischen Beweise eines auf wissenschaftlichem Wege festgestellten Schlusses zu entkräften vermögen, und drittens daß, wenn solche Beweise existieren und wenn sie genügend sind, man bei Strafe der Abdankung des eigenen Verstandes gezwungen ist, das, was sie darthun, anzuerkennen, welches auch die daraus hervorgehenden Folgerungen seien.

Sie vergessen aber auch noch eine andere höchst wichtige Sache, nämlich daß die Konsequenzen des Monismus und diejenigen des Dualismus genau dieselben sind, sofern man nicht überhaupt auf alles, was uns die positive Wissenschaft lehrt, verzichten will. In der That, was die Wissenschaft in vollkommenster und bestimmtester Weise beweist, das ist nicht die Existenz oder die Nichtexistenz der »Seele« als einer immateriellen Substanz mit allen den Attributen, welche ihr die Spiritualisten zuschreiben, sondern es ist vielmehr, ich wiederhole es, die Thatsache, daß jedesmal, wenn psychische Thätigkeit stattfindet, zu gleicher Zeit Nervenschwingung erfolgt, und ebenso umgekehrt, daß überall, wo Nervenschwingungen vorliegen, zu gleicher Zeit psychische Thätigkeit stattfindet; oder auch in anderer Form ausgedrückt, daß gewisse Nervenschwingungen die absolute physische Vorbedingung der geistigen Erscheinungen sind, ebenso wie diese letzteren die absolute psychische Vorbedingung dieser Schwingungen darstellen, kurz also daß zwischen den einen und den anderen eine vollkommene Ko-Existenz und Wechselbeziehung besteht. Diese Thatsache muß als solche ebensowohl von den Dualisten wie von den Monisten anerkannt werden. Über diesen Punkt müssen sie einig sein. Eine Nichtübereinstimmung ist hier nur hinsichtlich der Erklärung der Thatsache gestattet. Die einen wie die anderen können sie entsprechend ihrem Credo auffassen: die Dualisten werden sagen, daß die Nervenschwingungen noch nicht die psychische Thätigkeit ausmachen, sondern dieselbe nur begleiten und bloß die phänomenale, die physische Kundgebung derselben sind, daß mit anderen Worten die physische und die psychische Reihe stets gleichen Schrittes vorrücken, vermöge einer prästabilierten Harmonie; — die Monisten dagegen werden sagen, daß die psychische Thätigkeit nicht auf dem Vorhandensein einer besonderen Essenz oder Wesenheit beruhe, welche die Nervenelemente etwa so in Schwingungen versetzte, wie ein Musiker die Saiten seines Instrumentes anschlägt, daß es überhaupt nicht zwei, sondern nur eine Reihe gibt, die psycho-physische Reihe, daß ferner die Psychicität nichts anderes ist als der vom Instrument ausgehende Ton und daß demzufolge die Nervenschwingungen jene nicht nur etwa begleiten, sondern geradezu ihr Wesen ausmachen. Wenn man nun auch ganz von der Unmöglichkeit absieht, die Existenz der hypothetischen immateriellen Substanz zu beweisen, welche auf der gleichfalls hypothetischen materiellen Substanz spielen soll wie auf ihrem Instrumente; wenn man auch absieht von der Unmöglichkeit, den Wechselverkehr des Körpers mit dem Geiste zu verstehen, d. h. anzugeben, wie eine physische Thatsache zu einer geistigen oder umgekehrt eine geistige Thatsache zu einer physischen wird; wenn man ganz absieht von all dem Sonderbaren, Willkürlichen, Phantastischen und was einem philosophischen Notbehelf sehr ähnlich sieht, das

in der Theorie von der prästabilierten Harmonie enthalten ist — so behaupte ich immer noch, daß, wenn der Monismus uns nötigt, die Lehre von den »absoluten Anfängen« im allgemeinen zu leugnen und insbesondere die Lehre von der Selbstbestimmbarkeit der lebenden Wesen ebenso wie die von deren höchster Blüte in der Entwickelung, nämlich von der Freiheit des Willens zurückzuweisen, und wenn er auch die Negation der Fortdauer jeder individuellen Existenz nach dem Zerfall des Individuums nach sich zieht — so behaupte ich, wie gesagt, daß der Dualismus genau dieselben Konsequenzen im Gefolge hat.

Geben wir nun augenblicklich zu, daß die Thätigkeit der Seele nicht aus Nervenschwingungen bestehe, sondern bloß von ihnen begleitet werde. Diese Schwingungen sind immerhin eine notwendige Begleitung derselben, weil ja diese beiden Reihen durch die prästabilierte Harmonie miteinander verknüpft sind, ohne welche das ganze System in sich zusammenfällt. Das Band, welches sie zusammenhält, ist unauflöslich und ewig. Da nun aber die physische Reihe unwiderruflich den starren Gesetzen, welche sie regieren, unterworfen ist, und da die kausale Verkettung der Erscheinungen, welche ihr angehören, auch nicht einen Augenblick unterbrochen sein kann, so ist klar, daß die psychische Reihe durchaus gezwungen ist, dieselben Wechselfälle durchzumachen, daß sie denselben Notwendigkeiten unterliegt, und zwar selbst in dem Falle, wenn man zugestehen wollte, daß in der innigen Verbrüderung der beiden Essenzen die Initiative dem auf dem körperlichen Instrumente spielenden Musiker zufallen würde: denn da das Instrument ja nur notwendige Reihen produziert, so geht auch der Musiker augenscheinlich nur in Form notwendiger Reihen vor: er muß das spielen, was er spielt, und kann nicht etwa improvisieren, sonst würde die physische Reihe sofort seine Improvisation durch gewisse Unregelmäßigkeiten verraten, welche der notwendigen Verknüpfung von Ursache und Folge sich entziehen würden — was unmöglich ist. Die Hypothese von der Initiative des Geistes, weit entfernt, die Seele von dem Gesetz der absoluten Kausalität zu befreien, läuft vielmehr auf den Beweis hinaus, daß die universale Notwendigkeit vom Geiste und nicht von der Materie herstammt. Überdies müßte, damit eine derartige Hypothese annehmbar erschiene, der Einfluß, welchen der Geist auf die Körperlichkeit ausübt, augenscheinlich bedeutend mächtiger sein als der Einfluß des Körperlichen auf das Geistige, was wieder nicht zutrifft; im Gegenteil, beide schreiten stets gleichen Schrittes vor, sie entstehen zugleich, sie entwickeln sich gleichzeitig und sie verschlechtern sich auch in gleichem Sinne, und jedesmal, wo sie in Thätigkeit treten, geschieht dies von Seiten beider in demselben Augenblick. Somit vermag der Dualismus weder die Selbstbestimmbarkeit, noch die Freiheit, noch die Unsterblichkeit zu retten[1].

Ich sehe nicht ein, wie man sich dieser Lage entziehen will, sofern man sich nicht dafür entscheidet, die einzige Theorie, welche den

[1] So ist es auch ganz wahr, daß Leibnitz, der Erfinder der prästabilierten Harmonie, ausgesprochener Determinist war, ebensogut wie der heilige Augustin und Martin Luther.

Dualismus möglich macht, nämlich die prästabilierte Harmonie selbst über Bord zu werfen, d. h. die Existenz des innigen und wechselseitigen Bandes zwischen dem Körperlichen und dem Geistigen zu leugnen. Dies kann man aber nur unter einer einzigen Bedingung thun: wenn man die Augen zumacht, um gar nichts zu sehen. Wie unglaublich dies nun erscheinen mag, so giebt es doch Leute, welche sich freiwillig dieser demütigenden Bedingung unterwerfen und welche die selbstgewählte Blindheit höher schätzen als ein Anschauen der Dinge, wie sie sind oder mindestens wie wir sie sehen können, wenn wir alle möglichen Mittel anwenden, um sie so nahe als möglich zu betrachten: — »Die psychischen Erscheinungen«, sagen diese Leute, »gehören nicht zu denen, die man analysiert, man muß sich im Gegenteil wohl davor hüten, sie analysieren zu wollen, denn damit thut man ihrer Natur Zwang an; wir müssen trotz Allem an die Freiheit und an die Unsterblichkeit glauben; wir dürfen nicht einmal wünschen, daß dieselben wirklich bewiesen würden, denn wenn sie es wären, so verlören sie dadurch ihren Reiz für uns, ja sie würden gar aufhören zu existieren: credo, quia absurdum!« — Wer solches behauptet, begeht der nicht ganz einfach einen wissenschaftlichen Selbstmord?

Wagen wir es vielmehr, alles zu analysieren, was wir nur können, und fürchten wir uns vor allem nicht davor, jene verwickelten psychischen Erscheinungen der Analyse zu unterwerfen, welche uns die vollkommensten Vertreter der verschiedenen Tiergruppen und insbesondere das Menschengeschlecht darbieten, denn nur vermöge der Analyse macht man sich vom Glauben, d. h. vom Vorurteile frei und gelangt man zum Verständnis, d. h. zum Wissen. Jemehr wir übrigens auch die moralischen Erscheinungen ebensowohl in ihren minder vollkommenen wie in ihren höchsten Kundgebungen analysieren, desto bestimmter überzeugen wir uns, daß sie, weit entfernt auf der schwankenden Grundlage von unfaßbaren Abstraktionen zu ruhen, vielmehr fest verankert sind auf dem Boden der beiden ursprünglichsten Funktionen alles lebenden, auf der Ernährung oder der Erhaltung des Individuums, dem Urquell des Egoismus, und auf der Fortpflanzung oder der Erhaltung der Art, dem Urquell des Altruismus. Die Entwickelung, welche den Menschen hervorgebracht, hat ihm auch mit Notwendigkeit eine psychische Beschaffenheit verliehen, welche seinem physischen Bau entspricht. Beide können mancherlei Fehlern und sogar individuellen Monstrositäten unterworfen sein, aber beide sind eine unveräußerliche Mitgabe der Art. Darum gelingt es auch keiner der mehr oder weniger wahrscheinlichen Theorien, die wir über ihren Ursprung und ihr Wesen aufstellen, sie zu erschüttern; darum ist und bleibt auch der Mensch — mag man ihn als gefallenen Engel oder als vervollkommneten Affen auffassen — stets ganz einfach der Mensch, und darum finden wir bei jedem einzelnen wohlgebildeten Menschen, wenn es auch sogar ein pessimistischer Philosoph ist, in seinem Herzen diese edle Lehre eingegraben: jedes Wesen, das leidet, steht meinem Herzen gleich nahe.

Nun noch zwei Worte über den Zweck und den Plan der vorliegenden Arbeit. Ungeachtet der ansehnlichen Zahl vorzüglicher Werke über

die Psycho-Physiologie, welche in den letzten Jahren durch hochgeschätzte Forscher veröffentlicht worden sind, hoffe ich doch, daß man die folgenden Artikel nicht für überflüssig halten wird. Sie bezwecken eine Lücke auszufüllen, die mir in der Mehrzahl dieser Werke zu bestehen scheint: die allgemeine Psycho-Physiologie fehlt darin vollständig oder zum größten Teil. Einige allerdings geben eine phylogenetische, ontogenetische, physiologische und pathologische Darlegung des innigen und wechselseitigen Bandes zwischen dem Körper und dem Geiste allein keines behandelt in genügender Ausführlichkeit den meines Erachtens wichtigsten Teil, der die Beweise für die Grundthatsache, auf welcher die gesamte wissenschaftliche Psychologie beruht, zu liefern hätte. Es ist dies die Thatsache, daß es keine psychische Thätigkeit gibt ohne entsprechende molekulare Bewegung von Nervenelementen. Hat man sich diese Grundlage einmal zu eigen gemacht, so ist alles übrige nur eine logische Folgerung daraus, welche sich unmittelbar und mit Notwendigkeit ergibt. Es ist daher von höchster Wichtigkeit, sich wohl davon zu überzeugen, daß diese Grundlage wirklich mit der ganzen Unerschütterlichkeit eines wissenschaftlichen Beweises dargethan ist. Es ist mein ausschließlicher Zweck, dem Leser diese Überzeugung beizubringen.

In einem ersten Artikel werde ich den allgemeinen Schluß darlegen, zu welchem uns die unparteiische Analyse unserer Kenntnisse hinsichtlich des Wesens von Kraft und Materie führt, um zu zeigen, daß wir kein Recht haben, die unbekannte Essenz der Erscheinungen, welche sich in uns und rings um uns vollziehen, in zwei Hälften zu spalten. In einem zweiten Artikel gedenke ich zunächst den indirekten Beweis der Grundthatsache zu geben, welche ich mir zu beweisen vorgesetzt habe, nämlich daß die psychische Thätigkeit eine molekulare Bewegung der Nervenelemente ist; darauf werde ich zeigen, daß die durch diese Thatsache begründete Deduktion, nämlich daß die Ausführung jedes psychischen Aktes notwendig einen gewissen Zeitraum in Anspruch nehmen muß, vollkommen bestätigt wird durch die Erfahrung, die uns gleichzeitig den direkten Beweis der hier in Frage stehenden Grundthatsache liefert. Sodann werde ich die Erfahrungen darlegen, welche eine andere durch diese Thatsache begründete Deduktion beweisen. Es ist dies ihre physische Folgerung, daß nämlich die thätigen Nervenelemente sich eben vermöge der Thatsache ihrer Thätigkeit erwärmen müssen. Auf diese Weise wird unser Schluß dann dreifach gesichert und ganz unerschütterlich werden. Ist dies geschehen, so will ich die Erfahrungen und Beobachtungen prüfen, welche die biologische Folgerung daraus stützen, daß nämlich jede Aktion im Grunde eine Reaktion ist und daß es demzufolge gar keine Selbstbestimmbarkeit geben kann. Endlich haben wir auch die psychologische Folgerung aus diesem biologischen Gesetz zu untersuchen, nämlich daß es keine Freiheit gibt.

Auf diesem Wege glaube ich, meines Erachtens, den Rohbau für eine allgemeine Psychophysiologie liefern zu können. Ich beeile mich aber hinzuzufügen, daß dieses Gerüstwerk noch unvollständig bleiben wird, und ich deute gleich seine wesentlichste Lücke an: es fehlt ihm an einer genügenden Darlegung des Mechanismus, welcher die Funktionen der

Wechselbeziehungen mit der Außenwelt im allgemeinen und insbesondere das psychische Leben beherrscht — eines Mechanismus, der sich, wenn man von den peripheren Empfangs- und Erfolgsorganen (Sinneswerkzeugen und Muskeln) absieht, auf den Mechanismus der Nervenzentren beschränkt. Ich hielt es nicht für nötig, diese Darlegung zu geben, weil sie in allen neueren Werken über Psychophysiologie und Psychopathologie einen ansehnlichen Raum einnimmt. Da jedoch zwischen den verschiedenen Autoren ziemlich bedeutende Meinungsverschiedenheiten bestehen hinsichtlich der Art, wie das Funktionieren des Mechanismus aufzufassen und ob dieses Funktionieren mehr oder weniger vollständig mit der psychischen Thätigkeit gleich zu setzen sei, so halte ich es für angezeigt, wenigstens eine kurze Zusammenfassung des Kapitels zu geben, das ich nicht zu schreiben gedenke, um meine Gedanken über diesen Gegenstand deutlich zu machen und dem Leser ein Aperçu davon darzubieten, welches ihm als Stütz- und Ausgangspunkt dienen mag.

»Das psychische Leben des Menschen und der Tiere,« sagt Griesinger, »beginnt in den Sinnesorganen und sein unaufhörlicher Strom tritt nach außen hervor durch die Vermittelung der Bewegungsorgane. Den Typus der Umwandlung des Sinnesreizes in Bewegungsimpulse stellt die Reflexthätigkeit mit oder ohne Sinneswahrnehmung dar.« Man versteht unter Reflexthätigkeit folgende Reihe von Erscheinungen: 1) äußerer Eindruck (Bewegungen, welche von der Außenwelt durch Vermittelung der empfindlichen Teile des Organismus aufgenommen werden); 2) zentripetale Übertragung der Erschütterung (vermittelst der Nervenfasern, welche die Peripherie mit den zentralen Nervenelementen verbinden); 3) innere Reaktion (mittels der sensorischen zentralen Elemente, deren Thätigkeit unter bestimmten Bedingungen vom Bewußtsein begleitet sein kann und am Ende des Prozesses stets mit einer Erregung der zentralen motorischen Elemente abschließt), 4) zentrifugale Übertragung (mittels der Fasern, welche die motorischen Zentren mit den Muskeln verbinden); 5) äußere Reaktion (Zusammenziehung eines Muskels oder einer Muskelgruppe: die Bewegung ist restituiert).

Die Funktion, welche in dieser ganzen Reihe den Nervenzentren anheimgefallen ist, besteht gerade darin, in Form eines zentrifugalen Bewegungsimpulses den zentripetalen Impuls (der eventuell auch sensitiver Natur sein kann) wiederzugeben, welchen sie empfangen haben, mit einem Worte darin, ihn zu reflektieren: vermöge ihrer Thätigkeit wird die aufgenommene Bewegung umgewandelt und wieder ausgelöst. In Wirklichkeit ist dieser Mechanismus freilich äußerst kompliziert, wegen der Mannigfaltigkeit seiner Elemente und der großen Zahl ihrer wechselseitigen Verbindungen sowie der vielerlei Bedingungen, welche auf sein Spiel Einfluß haben. Der Organismus empfängt allerdings von außen nur Bewegungen, allein er nimmt sie unter sehr verschiedenen Formen auf. Bald sind es Massenbewegungen (oder Molarbewegungen, wie man im Gegensatz zu den Molekularbewegungen sagen kann), bald sind es Schallschwingungen, Wärme- und Lichtschwingungen oder noch andere, bald auch chemische Bewegungen (Geschmäcke und Gerüche). Auf alle diese Eindrücke pflegt nun der Organismus je nach

ihrer Menge, je nach ihrer Beschaffenheit, je nach ihren unendlich wechselnden Kombinationen und je nach dem Zustande, in dem sich derselbe im Augenblicke, wo sie ihn treffen, befindet, durch verschiedene innere und verschiedene äußere Rückwirkungen zu reagieren. Die ersteren bestehen, wenn sie nicht unbewußt ablaufen, in Empfindungen, welche der Organismus erfährt und welche ebenso mannigfaltig wie die sie hervorrufenden Eindrücke und häufig von »Pseudo-Empfindungen« oder Reflexempfindungen[1] begleitet sind, die durch sie wachgerufen werden und die man gewöhnlich als Wahrnehmungsbilder, Erinnerungen, Vorstellungen, Ideen bezeichnet; die letzteren bestehen aus ganzen Gruppen und Reihen von Muskelzusammenziehungen, die ebenso mannigfaltig sind wie die automatischen, instinktiven und willkürlichen Thätigkeiten der lebenden Wesen überhaupt.

Das Gehirn empfängt ohne Aufhören eine Flut von zentripetalen Nervenschwingungen und gibt ohne Aufhören eine Flut von zentrifugalen Schwingungen ab; allein diese letzteren stammen nicht immer unmittelbar aus den ersteren: zwischen der äußeren Einwirkung und Rückwirkung liegt gar oft eine innere Arbeit, welche aus ganzen Gruppen und Reihen von Reflexempfindungen besteht, die entsprechend den Gesetzen der »Ideenassoziation« auftreten und aufeinanderfolgen und die eben das psychische Leben im eigentlichen Sinne ausmachen. Die Reflexempfindung ist eben jene fundamentale Erscheinung, welche die Psychizität charakterisiert; ohne sie ist die motorische Rückwirkung bloß automatisch, rein mechanisch wie die Mehrzahl der Rückenmarksreflexe, mit ihr jedoch ist sie mehr oder weniger bewußt, mehr oder weniger willkürlich und mehr oder weniger verstandesmäßig wie die Mehrzahl der Gehirnreflexe.

Jedes sensorische zentrale Element, sobald es durch einen Eindruck erschüttert worden ist, kann seine Erschütterung allen übrigen zentralen Elementen mitteilen, und zwar ebensowohl anderen sensorischen als motorischen Elementen, und auf diese Weise kann es bald zu einer Reflexbewegung, bald zu einer Reflexempfindung Anlaß geben, die ihrerseits eine psychische oder eine Muskelreaktion verursachen kann.

Daraus ergibt sich folgendes. Die durch zuleitende Nerven vermittelten äußeren Eindrücke erschüttern eine Menge von zentralen Elementen und die Erschütterung dieser Elemente, die bald bewußt, bald unbewußt verläuft, hat nun drei mögliche Entladungswege zur Verfügung:

1) Den muskulären Entladungsweg (mit hauptsächlich mechanischer Wirkung): Muskeltonus, d. h. leichte, andauernde Zusammenziehung aller Muskeln und sehr rasche lebhafte intermittierende Kontraktionen einiger von ihnen, was zusammen die äußere Thätigkeit des Lebewesens ausmacht.

[1] Der Ausdruck „Pseudo-Empfindungen" ist von Victor Egger in seinem trefflichen Werke über die innere Sprache vorgeschlagen worden; ich ziehe jedoch die mehr physiologische Bezeichnung „Reflexempfindungen" vor, denn dieselben sind reell und reflektiert und nur insofern „pseudo", als sie kein ihnen entsprechendes äußeres Objekt haben.

2) Den visceralen Entladungsweg (mit hauptsächlich chemischen Wirkungen): Bewegungen des Thorax, des Herzens, der Eingeweide etc., die bald verlangsamt, bald beschleunigt werden, Zusammenziehung oder Erweiterung der Gefäße, Vermehrung oder Verminderung der Sekretionen, Förderung oder Beschränkung der Absorption (die Einflüsse »des Geistes auf den Körper« sind besonders auf Reflexe dieser Art zurückzuführen).

3) Den intracerebralen oder interzentralen Entladungsweg (mit hauptsächlich psychischen Wirkungen): Reflexempfindungen oder Wiederbelebung von vergangenen Empfindungen, welche mit den gegenwärtigen in Beziehung stehen, mit anderen Worten Gedächtnis, Gedanken, Gefühle, Wille, — das ganze unter allen Umständen überleitend zu einer Erschütterung von zentralen motorischen Elementen und durch sie gewisse Muskelwirkungen hervorbringend von der vegetativen oder von der animalen Art oder von beiden zugleich.

Diese drei Entladungswege entsprechen den drei Formen der Reflexe (den mechanischen, chemischen und psychischen), welche fortwährend und gleichzeitig im Organismus ihr Spiel treiben, die einen bald über die anderen vorherrschend und alle fortwährend zwischen Flut und Ebbe wechselnd, je nach den mannigfaltigsten äußeren Umständen und je nach den nicht minder ungleichartigen inneren Bedingungen physiologischer und pathologischer Art. Unter den letzteren spielt der Zustand der allgemeinen Ernährung und jedes einzelnen Eingeweides eine sehr wichtige Rolle, denn auf ihm beruht »der Einfluß des Körpers auf den Geist«.

(Fortsetzung folgt.)

Über die Gewohnheiten einiger Oncideres-Arten.

Von

Dr. **W. Müller** (Greifswald).

Man findet im brasilianischen Urwald bisweilen abgeschnittene Zweige oder kleine Stämme mit einer höchst charakteristischen Schnittfläche; der Zweig ist ungefähr zu $^1/_2$—$^2/_3$ geschnitten, der Rest gebrochen, Schnitt und Bruch bilden eine annähernd symmetrische Figur, der Bruch hat gewöhnlich die Gestalt eines spitzwinkeligen Keils, der bisweilen annähernd so lang wie der Durchmesser. Gestalt und Größe des Bruchs wechseln sehr, immer aber ist die Figur annähernd symmetrisch. Das Ganze gibt das Bild, als habe jemand den Zweig abschneiden wollen, habe abwechselnd von rechts und links geschnitten, bis der Zweig unter seinem eigenen Gewicht abgebrochen. Indessen lassen die Schnittflächen leicht erkennen, daß wir es hier nicht mit den Resultaten menschlicher Thätigkeit zu thun haben, sondern mit der Arbeit eines Tieres, welches sich der Mühe unterzogen hat, den Zweig abzunagen. Die Schnittfläche besteht aus unregelmäßig nach der Spitze des Keils hin konvergierenden sehr flachen Rinnen von etwa 1 mm Breite. Jede dieser Rinnen entspricht aber augenscheinlich nicht etwa einem Biß, sondern setzt sich selbst wieder zusammen aus einer großen Zahl winziger, schräg zur Rinne verlaufender Schnitte. Das Schneiden muß also von einem ziemlich kleinen Tier herrühren, vermutlich von einem Insekt. Die Thäter sind übrigens schon lange bekannt, es sind verschiedene Bockkäfer aus der Gattung „*Oncideres*".

Während meines Aufenthaltes in Brasilien hatte ich Gelegenheit, einige Beobachtungen über die Thätigkeit dieser Käfer zu machen, da ein Kampferbaum in dem Garten meines Bruders, bei dem ich mich zur Zeit aufhielt, von einer Art, *Oncideres agrotas* Thoms., besonders häufig heimgesucht wurde; in den 2 Jahren meines Aufenthaltes fielen den Käfern ungefähr 2 Dutzend Zweige von 2,5—4,5 cm Durchmesser zum Opfer. Sie schienen für das sehr feste und stark riechende Holz des Baumes eine besondere Vorliebe zu haben. Da, wie mir mein Bruder schreibt, in diesem Jahre die Tiere ihre Thätigkeit fortgesetzt haben, so wird der ursprünglich stattliche Baum jetzt wohl ziemlich kahl stehen.

Was zunächst den Käfer anbetrifft, so gehört er wie gesagt der Familie der Cerambyciden an; er ist im Verhältnis zu der Arbeit, der

er sich unterzieht, ziemlich klein (♀ 2,5 cm, ♂ 2 cm; das ♀ übertrifft bisweilen nur wenig den Radius der Zweige, an die es sich wagt, wobei noch zu berücksichtigen, daß das Holz des Kampferbaumes sehr fest ist). Nur der große, vorn senkrecht abgeschnittene Kopf verrät eine besondere Kraft; die Kiefer sind kräftig, doch nicht übrig lang. Sein Vorkommen scheint sich auf die Monate Dezember und Januar zu beschränken.

Leider ist es mir trotz verschiedenfacher Bemühungen nie gelungen, das Tier direkt bei der Arbeit zu beobachten, was sich daraus erklärt, daß dasselbe der Umgebung ausgezeichnet angepaßt, durch seine Färbung, durch die höckerige Struktur der Flügel der Baumrinde überaus ähnlich ist; außerdem scheint das Durchbeißen eines Zweiges in ziemlich kurzer Zeit zu erfolgen. Direkt nachdem der Zweig gefallen, findet man ein Pärchen an demselben sitzend, häufig damit beschäftigt, an den jüngsten Teilen des Zweiges die Rinde abzunagen. Der Umstand ist insofern von Interesse, als er darauf hinweist, daß, was ja an sich unwahrscheinlich, das Durchbeißen nicht direkt der Ernährung dient, das Holz nicht etwa verzehrt wird. Wir berühren hier die interessanteste Frage bezüglich dieser Gewohnheiten, die nach dem Zweck oder der Bedeutung des Abschneidens. Die Antwort ist kurz die, daß der abgeschnittene Zweig der Ernährung der Nachkommenschaft dient, daß das Weibchen unter die Rinde desselben seine Eier ablegt. Wenige Stunden nachdem der Zweig gefallen, findet man das Weibchen damit beschäftigt, quere Einschnitte in die Rinde zu machen, durch die es je ein Ei zwischen Rinde und Holz des Zweiges schiebt.

Eine weitere Frage, die mir von einigem Interesse schien, war die, ob das Abschneiden vom Weibchen allein oder vom Weibchen und Männchen besorgt wird. Wie angedeutet habe ich die Frage nicht durch direkte Beobachtung entscheiden können, doch vermute ich, daß sich beide Geschlechter an dem Geschäft beteiligen: wenigstens würde sich so am leichtesten die Symmetrie der Figur, welche durch das Schneiden entsteht (vergl. oben), erklären. Man hat sich die Sache wohl so zu denken, daß beide Geschlechter sich von dem Punkt der Peripherie aus, welcher der Spitze des Keils gegenüberliegt, in das Holz hineinarbeiten. Diese Annahme würde am ungezwungensten die ganze Gestalt des Schnittes erklären, während die Symmetrie von der Annahme aus, daß nur ein Individuum arbeitet, schwer zu erklären wäre. Ein weiterer Umstand, der diese Annahme unterstützt, ist der, daß, wenigstens an dem mir vorliegenden Stück, die Schnittfläche der einen Seite etwas kleiner, die Rinnen etwas schmäler und flacher sind. Ob auch die einzelnen ursprünglichen Schnittflächen kleiner sind, kann ich nicht erkennen: bei der Unmöglichkeit genauer Messung ist man auf eine Schätzung angewiesen, die schon für die Rinnen nicht ganz sicher ausfällt. Der Unterschied würde auf die verschiedene Größe beider Geschlechter zurückzuführen sein, würde, wenn er konstant, es unzweifelhaft erscheinen lassen, daß beide Geschlechter zusammen arbeiten. Leider habe ich es versäumt, auf diesen Unterschied zu achten, als mir ein reiches Material zur Verfügung stand, und muß mich daher jetzt mit der Untersuchung eines Zweiges begnügen.

Als Kuriosum will ich noch erwähnen, daß ich einmal einen *Onc. aegrotus* ♀ fand, den das von ihm gefällte Stämmchen zwischen den Schnittflächen zerquetscht hatte.

Ähnlich wie *Onc. aegrotus* verhält sich *Onc. saga* Dalm., eine nahe verwandte Art, doch liebt sie nicht wie *aegrotus* sehr harte Hölzer, sondern zieht etwas weichere vor *(Anona, Cedrela)*. Damit hängt zusammen, daß ihr Schnitt nicht so glatt und regelmäßig ist wie der von *aegrotus*. Beide Arten stimmen überein in der Vorliebe für aromatische starkriechende Hölzer; ich habe sie gefunden an *Cinnamomum aromaticum* (Zimmt), *camphora* (Kampfer), beide angepflanzt im Garten meines Bruders, an *Anona, Cedrela*, ferner sollen sie bisweilen die Bäume von *Citrum* (Orange) heimsuchen.

Eine dritte, bedeutend kleinere Art, *Oncideres impluviatus* Germ., macht sich die Sache bedeutend bequemer: sie begnügt sich damit, einen Zweig zu ringeln, wodurch sie ihn natürlich auch zum Absterben bringt und so die für die Entwickelung der Nachkommenschaft anscheinend besonders günstigen oder vielleicht unumgänglich notwendigen Existenzbedingungen schafft. Diese Art scheint nur eine Pflanzenspezies, eine *Myrsine*, heimzusuchen.

Tagesfragen.

Die Paul von Ritter'sche Stiftung in Jena.

Es ist bereits durch die Tageszeitungen bekannt geworden, daß der Universität Jena vor kurzem abermals eine großartige Schenkung zugewendet worden ist, die insbesondere der Förderung des Darwinismus dienen soll. Dank dem freundlichen Entgegenkommen von Herrn Professor Haeckel sind wir in der angenehmen Lage, unseren Lesern vollkommen authentische Mitteilungen nicht bloß über Umfang und Form dieser Stiftung, sondern auch über die in Aussicht genommene Verwendung ihrer Erträgnisse zu machen.

Am 3. Mai d. J., an welchem Tage Herr Prof. Ernst Haeckel sein 25jähriges Dozenten-Jubiläum feierte, wurde er durch eine Festgabe überrascht, wie sie ehrenvoller, würdiger und zugleich dem Sinne des zu Ehrenden entsprechender kaum hätte ausgedacht werden können.

Herr Paul von Ritter in Basel, ein Bürger der alten Hansestadt Lübeck — »von der Absicht geleitet, die Forschung auf dem Gebiete der heutigen Entwickelungslehre zu fördern, welche durch Charles Darwin begründet und in Deutschland vor allem durch Prof. Ernst Haeckel in Jena ausgebildet worden ist« — vermachte an diesem Tage der Universität Jena ein Legat von dreihunderttausend Mark »zur Förderung des Studiums der phylogenetischen Zoologie«.

Davon gehen 130 000 Mk. sofort, die übrigen 170 000 Mk. nach dem Tode des Stifters in den Besitz der Universität über.

Diese Schenkung wird unter dem Namen »Paul von Ritter'sche Stiftung für phylogenetische Zoologie« besonders verwaltet werden; das jährliche Reinerträgnis der geschenkten Kapitalien aber ist, vorbehaltlich der Genehmigung der Großherzogl. und Herzogl. Sächsischen Staatsregierungen, »nach freiem Ermessen des jeweiligen Ordinarius für Zoologie an der Universität Jena, also zunächst des Herrn Prof. Ernst Haeckel, im Sinne des Stiftungszweckes zu verwenden«.

Prof. Haeckel beabsichtigt nun zunächst eine »Ritter-Professur für Phylogenie« zu begründen und dieselbe Herrn Dr. Arnold Lang, seinem früheren Schüler und Assistenten, der sich vor kurzem an der Universität Jena habilitiert hatte, nachdem er mehrere Jahre als Beamter und selbständiger Forscher an der zoologischen Station in Neapel thätig gewesen war, zu übertragen. Die andere Hälfte der Erträge wird zu wissenschaftlichen Reise-Stipendien, speziell für phylogenetische Studien über Seetiere verwendet werden, der Rest zur Beschaffung von Hilfsmitteln für den zoologischen Unterricht.

Manchem Leser mag es sonderbar vorkommen, solche Mitteilungen hier als »Tagesfrage« behandelt zu sehen. Doch glauben wir dazu guten Grund zu haben. Denn die Bedeutung der Paul von Ritter'schen Stiftung reicht weit über die Universität Jena hinaus. Bevor wir jedoch auf diese näher eingehen, sei es uns gestattet — und wir sind dabei der freudigen Zustimmung jedes einzelnen unserer Leser von vornherein sicher — Herrn Prof. Haeckel selbst zu diesem ebenso ehrenden als wohlverdienten Erfolge seines unermüdlichen und unerschrockenen Wirkens im Dienste der Wissenschaft und insbesondere des Darwinismus von ganzem Herzen zu beglückwünschen. Als er vor fünfundzwanzig Jahren seine Lehrthätigkeit in Jena eröffnete, war für die Zwecke des zoologischen Unterrichts so gut wie nichts vorhanden und zwanzig Jahre lang mußte er sich mit den dürftigsten Mitteln für seine allmählich heranwachsende Sammlung begnügen. Nur mit großen persönlichen Opfern konnte er seine zahlreichen Reisen ausführen, die stets ebensosehr der Gewinnung von Material für sein Institut wie seinen eigenen wissenschaftlichen Studien galten. Nachdem ihm nun vor wenigen Jahren die Genugthuung geworden, mit seinem ganzen Apparat in die schönen, trefflich eingerichteten Räumlichkeiten des neuen zoologischen Instituts in Jena übersiedeln zu können, muß es ihm selbst wie allen, die an seinen vielseitigen Forschungen und Bestrebungen Anteil nahmen, zur großen Freude gereichen, daß ihm nun durch diese hochherzige Schenkung die Mittel in die Hand gegeben sind, um vor allem diejenige Idee, der er sein Leben gewidmet, für die er man kann sagen von ihren ersten Anfängen an mit seiner ganzen kraftvollen Persönlichkeit eingetreten ist, auch nach außen hin mächtig zu fördern, ihr immer neue mitschaffende Jünger zuzuführen und sie durch Wort und That in den weitesten Kreisen zur Anerkennung zu bringen.

Ebensosehr aber wie über diese dem verdientesten Vorkämpfer des Darwinismus in Deutschland persönlich zu teil gewordene Anerkennung dürfen wir uns über die allgemeine Bedeutung dieser Thatsache freuen. Herr v. Ritter ist zu seinem Legat »durch die Überzeugung bestimmt worden, daß die Entwickelungslehre der größte wissenschaftliche Fortschritt unseres Jahrhunderts ist und daß dieselbe in Jena früher und energischer als an allen anderen Universitäten vertreten worden ist«. Damit hat er den Anfang zu einer hochwichtigen Wendung der Dinge gemacht. Daß die Wissenschaft, daß die höheren Studien, um sich frei entfalten zu können, durchaus einer gesicherten materiellen Grundlage bedürfen, hat man zwar schon längst eingesehen, insbesondere seitdem die Kirche aus ihrer herrschenden Stellung verdrängt und die Fürsorge für die geistigen Bedürfnisse der Nation nicht mehr ausschließlich ihren Händen überlassen wurde. Dieser Einsicht verdanken Akademien, Hochschulen und höhere Unterrichtsanstalten jeder Art eine große Zahl schöner Stiftungen. Zumeist aber sind dieselben zur Erreichung genau bezeichneter Zwecke, zur Unterstützung und Vergrößerung schon bestehender Anstalten oder zur Heranbildung von Dienern und Vertretern staatlich anerkannter Disziplinen und Lehrmeinungen bestimmt. Daß auch die Entwickelungslehre eine Förderung durch solche Mittel brauchen könne, daß sie einer solchen überhaupt würdig sei, ist bisher kaum je erwogen, geschweige denn durch die That bejaht worden. Obgleich schon über fünfundzwanzig Jahre alt und zu einem Riesenbaume erwachsen, dessen tausendfältig verästelte Zweige das gesamte geistige Leben der neuen Zeit durchflechten und mit neuen Säften durchdringen, gilt sie doch in maßgebenden Kreisen, in Kirche und Schule noch immer als beklagenswerthe Häresie, die man nur eben auf Wohlverhalten zu dulden sich herbeigelassen hat, nachdem eine völlige Ausmerzung doch nicht mehr angeht; für die Mehrzahl der Gebildeten ist sie eine interessante und in einigen ihrer Folgerungen recht pikante Behauptung der Gelehrten, von der man sich wohl gern in einem Vortrag unterhalten läßt, die aber, wie sie meinen, ihre litterarischen und politischen Zirkel wenig stört. Die Schicksale dieser Zeitschrift zeugen deutlich genug für die Gleichgültigkeit und Lauheit, die man unserem Streben entgegenbringt; noch gar klein ist die Zahl derer und kaum vernehmlich ihre Stimme, die zur vollen Erkenntnis des gewaltigen Umschwungs im Reiche der Ideen durchgedrungen sind und die es wagen, auch in ihren Kreisen entschieden für diese größte Errungenschaft der Neuzeit einzutreten. — Darum eben ist die That des Herrn v. Ritter so bedeutungsvoll. Sie wird, ganz abgesehen von den schönen Erfolgen, welche der Wissenschaft daraus erblühen werden, auf das geistige Leben des In- und Auslandes wirken wie die Befreiung von einem drückenden Bann: der edle Stifter hat ein machtvolles Zeugnis abgelegt im Namen vieler Tausende, denen das erlösende Wort vielleicht auf der Zunge lag, ohne daß sie es auszusprechen vermochten; er hat diesen allen gezeigt, wo und wie es gilt, einzugreifen und mitzuarbeiten, jeder nach seinen Gaben und Kräften, an der Erweiterung und Verschönerung jenes für die ganze Menschheit bestimmten Baues, dessen erste stolze Wölbungen aufzuführen, unseres

Jahrhunderts, unser aller herrlicher Beruf geworden ist. Und er wird sicherlich über kurz oder lang würdige Nachfolger finden, die seine hochherzigen Absichten zu den ihrigen machen, und je mehr mit jedem Schritte in die unendliche Fülle der Thatsachen hinein die Aufgaben sich vervielfältigen und vertiefen, desto weniger wird es auch an Männern fehlen, welche ihren Stolz darein setzen, der phylogenetischen Forschung, den Ideen der Entwickelungslehre die Wege zu ebnen.

Nur schwer widerstehen wir der Versuchung, auf einige der vielen Richtlinien, die das vorschauende Auge erblickt, für derartige verdienstvolle Thaten hinzudeuten. Doch seien wir nicht voreilig; — genug Anlaß wahrlich zu dankender Anerkennung bietet das im schönsten Sinne Bahn-brechende Vorgehen des Herrn v. Ritter, und nicht minder verdient der Entschluß Prof. Haeckel's, das Andenken an den edeln Stifter vor allem dadurch in würdigster Weise zu verewigen, daß er die neu zu begründende Professur mit dessen Namen ziert, noch ausdrücklich als besonders glücklicher Gedanke hervorgehoben zu werden. Bekanntlich ist es in England und Amerika längst Brauch, durch solche Honorar-Nominal-Professuren ihre Begründer zu ehren; im letzteren Lande tragen ganze Universitäten, große Museen und Colleges die Namen jener trefflichen Männer, die sich durch die Errichtung solcher Anstalten ein unvergängliches und ihren Mitbürgern zu unberechenbarem Segen gereichendes Denkmal schufen. In Deutschland ist es unserem allverehrten Haeckel vorbehalten geblieben, diese ehrendste Form der Dankesbezeugung, und zwar für eine der Pflege seiner eigensten Arbeitsgebiete, der Entwickelungslehre und des Darwinismus gewidmete Professur, ins Leben zu rufen. Nehmen wir dies als glückliche Vorbedeutung: — möge auch aus der Ritter-Professur in Jena bald ein stattlich vielverzweigter Stammbaum sich erheben, dessen frisch grünende Spitzen alle durch das Band der gemeinsamen Uridee organisch zusammengehalten werden!

Die Universität Jena hat Herrn P. von Ritter, um ihm auch in ihrer Gesamtheit ihren Dank auszudrücken, zum Doctor philosophiae honoris causae ernannt und weitere Dankesbezeugungen in Aussicht genommen. Es sei uns gestattet, nachdem wir im Vorstehenden unsere Leser möglichst eingehend über diesen freudigen und vielversprechenden Anfang unterrichtet und seine hohe Bedeutung für die Zukunft darzulegen versucht haben, dem trefflichen Stifter auch unsern ebenso bescheidenen als aufrichtigen Dank auszusprechen und mit dem Wunsche zu schließen, daß es ihm vergönnt sein möge, die köstlichsten Früchte seiner edlen Saat in reicher Fülle heranreifen zu sehen!

B. Vetter.

Wissenschaftliche Rundschau.

Biologie.

Die Dauer des Lebens bei höheren und niederen Tieren.

Eine der interessantesten Fragen der Biologie ist die nach der Dauer des Lebens der Tiere und der Ursache ihres Todes. Nachdem schon früher zahlreiche Forscher jede Gelegenheit benutzt hatten, um eine Menge von Thatsachen anzuhäufen, ist in der neuesten Zeit rasch nacheinander eine Reihe von Broschüren erschienen, welche die Lösung des Problems zu bringen sich bemüht haben.

Die erste theoretische Untersuchung scheint Dönhoff[1] in der kurzen aber inhaltreichen Schrift »Über die mittlere Lebensdauer der Tiere« unternommen zu haben. Er steckt sich das Ziel, zu berechnen, wie lange ein Tier durchschnittlich am Leben bleibt. Diese Zeit nennt man die mittlere Lebensdauer, welche wohl zu unterscheiden ist von der natürlichen Lebensdauer, d. h. der Zeit, welche ein Tier durchleben kann, bis es schließlich aus Altersschwäche stirbt. Dönhoff geht zunächst von der Voraussetzung aus, daß die Zahl der Individuen einer Tierart durchschnittlich dieselbe bleibt, was für die größte Zahl der Tiere als richtig anerkannt werden muß. Alsdann fährt er fort: »Aus dem Gesetz von der Konstanz der Individuenzahl einer Art für eine bestimmte Gegend folgt ein zweites Gesetz, welches lautet: Im Durchschnitt sterben in einem Jahr so viel Individuen einer Art, als junge Brut im Jahre entsteht. Kennt man nun die Menge Brut, welche ein Männchen und ein Weibchen einer Art in einem Jahr hervorbringen, so kann man die durchschnittliche Lebensdauer der Art berechnen.« Vielleicht interessiert es, zu wissen, wie lange die uns so befreundeten Schwalben leben. »In den Ställen unserer Bauern nistet jedes Jahr ungefähr dieselbe Menge von Rauchschwalben; seit dreißig Jahren sehe ich im Herbst auf dem Dache des Kirchturms dieselbe Menge sich sammeln.« Ein Pärchen zieht im Jahre zweimal 4—5 Junge auf, und die Brut geht nur selten zu Grunde. »Im nächsten Frühjahr brüten von den zwei Alten und acht Jungen durchschnittlich auch zwei denn wenn mehr brüteten, würde eine Vermehrung eintreten, die eben

[1] Archiv für Anatomie und Physiologie 1881. Phys. Abt. pag. 161.

nicht eintritt. Von den 10 Schwalben sind also in einem Jahre 8 umgekommen. Nimmt man nun an, daß die Schwalben in gleichen Zwischenräumen sterben, die erste nach $1^1/_2$ Monat, die zweite nach 3 . . ., die letzte nach 12 Monaten, so haben die Gestorbenen zusammen ein Alter von 54 Monaten erreicht. Die Übriggebliebenen haben ein Alter von 24 Monaten, die Tiere zusammen ein solches von 78 Monaten erreicht. Diese Zahl auf die Gestorbenen verteilt, gibt ein Durchschnittsalter für die Schwalben von $9^3/_4$ Monaten. Nimmt man an, daß die meisten auf der Wanderung nach dem Süden und auf der Rückreise sterben, so ist das durchschnittliche Alter annähernd ebensogroß.«

Der Löwe hat meist 2 oder 3 Junge. Da er nun in der Jugend und im Alter nicht zeugungsfähig ist, so kann man annehmen, daß er im ganzen Leben durchschnittlich jährlich ein Junges hat. Hieraus folgt, daß ein Löwe durchschnittlich nur drei Jahre lang lebt. Nach Brehm soll aber ein Löwe in der Menagerie ein Alter von 70 Jahren erreicht haben, die natürliche Lebensdauer ist also etwa 23 mal so lang als die mittlere.

Der Mensch, der sich besser gegen Kälte, Hunger und Feinde zu schützen weiß als alle übrigen Tiere, hat eine weit geringere Sterblichkeit als diese. Seine mittlere Lebensdauer ist also sehr groß. Die Männer erreichen durchschnittlich ein Alter von 35 Jahren, die Frauen ein solches von 38, wie ich aus den Mitteilungen des statistischen Büreaus in Berlin entnehme. Der Mensch kann nun ein Alter von über 100 Jahren erreichen, ehe er eines natürlichen Todes stirbt. In Preußen werden stets etwa drei- bis vierhundert Personen gezählt, die über 100 Jahre alt sind, was etwa 0,001 % der Bevölkerung ausmacht. Die natürliche Lebensdauer ist beim Menschen also etwa $2^1/_2$ mal so lang als die mittlere.

Die Vermehrung der Tiere steht also, wie Dönhoff richtig aufgefaßt hat, in Beziehung zu den Lebensverhältnissen der verschiedenen Tiere; denn durch diese wird die Sterblichkeit und somit die mittlere Lebensdauer derselben bestimmt. Die Tiere, welche viele Feinde haben oder durch Krankheiten oder zufällige Umstände häufig zu Grunde gehen, haben auch die nützliche Eigenschaft, sich stark zu vermehren.

Im Gegensatz zu dieser Ansicht glauben auch jetzt noch manche Forscher die Stärke der Vermehrung als eine direkte mechanische Folge irgend einer körperlichen Eigenschaft auffassen zu dürfen. Man hatte beobachtet, daß viele kleine Tiere, z. B. die Mäuse sich stärker vermehren als viele große, z. B. Elefanten, und glaubte diesen Satz verallgemeinern zu dürfen. Daß dies falsch ist, ersieht man sofort aus der Thatsache, daß sich der kleine Kolibri ebenso stark vermehrt als der große Kondor.

Wenn sich ein Tier an bestimmte Lebensverhältnisse anpaßt, so paßt es sich auch einer bestimmten Anzahl von Feinden und anderen dezimierenden Umständen an, deren Folge bei diesem Tiere eine bestimmte Sterblichkeit und somit eine bestimmte mittlere Lebensdauer ist. Wenn das Tier sich also diesen Umständen anpaßt, so muß es unbedingt eine bestimmte Anzahl von Jungen hervorbringen. Die Vermehrung also ist das primäre; zuerst bestimmt sich, wieviel Stoff für die

Vermehrung ausgegeben wird, dann erst frägt sich, wieviel für die Größe des Körpers, die Wärmeproduktion, die Bewegungen und andere Umstände ausgegeben werden kann. Die Sache verhält sich also umgekehrt, als wie man früher annahm. Die Vermehrung und die Sterblichkeit und damit auch die mittlere Lebensdauer werden von den äußeren Lebensverhältnissen bestimmt.

Daß nur dies die richtige Ansicht sein kann, hatte ich bereits in dem Buche »Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses etc.« ausgesprochen und durch eine, wie ich glaube, große Zahl von Thatsachen und gewichtige Gründe gestützt.

Selbst die natürliche Dauer des Lebens hat man aus irgend einer Eigenschaft des Körpers direkt ableiten wollen, etwa wie man bei einer Dampfmaschine aus dem Dampfdruck direkt die Stärke der Kesselwände ableitet. Die Tiere sind zwar ebenfalls Maschinen, insofern alle Vorgänge in ihnen chemischen und physikalischen Gesetzen unterworfen sind; aber diese Maschinen sind unendlich komplizierter als alle vom Menschen konstruierten. Diese falschen Ansichten stammen aus dem Zeitalter vor Darwin. Seitdem wir aber wissen, daß die meisten Eigenschaften infolge Variabilität und natürlicher Zuchtwahl entstehen, sollte man sich stets zuerst fragen, ob die zu untersuchende Eigenschaft nützlich und durch Anpassung an bestimmte Lebensverhältnisse erworben ist. Eine solche Eigenschaft, welche die äußeren Lebensumstände von dem Tiere geradezu verlangen, ist fast ganz unabhängig von den übrigen.

Eine recht undarwinistische Ansicht ist die, daß die natürliche Lebensdauer von der Körpergröße abhängig sei. Mit Recht tritt ihr Weismann in seiner Schrift »Über die Dauer des Lebens«[1] entgegen. Für viele Tiere ist es allerdings richtig, daß das größere Tier ein höheres Alter erreicht, der Elefant wird 200 Jahre, das Pferd 40, die Amsel 18, die Maus 6 Jahre alt. Daß dies aber nicht allgemein gültig ist, geht sofort aus der Thatsache hervor, daß die Katze und die Kröte dasselbe Alter von 40 Jahren erreichen und der Flußkrebs ebenso alt wird wie das Schwein, nämlich 20 Jahre.

Flourens[2] dagegen glaubte, daß die Lebensdauer fünfmal so lang sei als die Dauer des Wachstums, wie es zufällig beim Menschen der Fall ist; er meinte, daß man also die Wachstumsdauer einfach mit 5 zu multiplizieren brauchte, um die Dauer des Lebens zu erhalten. Wie falsch dies ist, geht daraus hervor, daß die Lebensdauer des Pferdes, 40 bis 50 Jahre, 10 bis 12mal so groß ist als seine Wachstumsdauer, die nur 4 Jahre währt.

Auch aus dem Tempo des Stoffwechsels und der Lebensprozesse läßt sich die Lebensdauer nicht ableiten, denn die schnelllebigen Vögel haben nicht eine kürzere, sondern sogar eine längere Lebensdauer als die langsam lebenden Amphibien von gleicher Körpergröße.

Die Komplikation des Körperbaues bestimmt ebensowenig die Lebensdauer; denn viele Arthropoden leben kürzere Zeit als manche Würmer; als Beispiel erinnere ich an den Bandwurm und die Blattläuse.

[1] Jena, G. Fischer, 1882. [2] l. c. pag. 5.

Um zu zeigen, daß alle diese Umstände nicht allein maßgebend sein können, führt Weismann [1] folgendes Beispiel an: Die Männchen der Ameisen leben nur ein paar Wochen, die Weibchen, Arbeiter wie Königinnen aber leben mehrere Jahre, trotzdem doch Größe, Komplikation des Baues und Tempo des Stoffwechsels dieselben sind.

Alle diese früheren, rohen Versuche, aus irgend einer Körpereigenschaft die Länge des Lebens zu berechnen, sind als gänzlich verfehlt zu verwerfen.

Weismann gelangt daher zu einer anderen Ansicht über die Ursachen des Todes. Er sagt: »Die äußeren Bedingungen des Lebens sind es, welche dem Organismus gewissermaßen die Feder einsetzen, die seine Dauer bestimmt, oder besser, die ihn selbst zu einer Feder von bestimmter Stärke machen, welche nach bestimmter Zeit ihre Spannkraft verliert.«

»Um es kurz zu sagen, so scheint es mir nicht zweifelhaft, daß die Lebensdauer wesentlich auf Anpassung an die äußeren Lebensverhältnisse beruht, daß sie normiert, d. h. verlängert oder verkürzt werden kann je nach dem Bedürfnis der betreffenden Art, daß sie genau durch denselben mechanischen Regulationsprozeß geregelt wird, durch den auch der Bau und die Funktionen des Organismus seinen Lebensbedingungen angepaßt werden.«

Mit diesem Satz hat Weismann das Problem gelöst. Der Tod ist eine nützliche Eigenschaft, zwar nicht für das Individuum, wohl aber für die Art; nach einer gewissen Zeit wird das Individuum überflüssig und es ist für die übrigen nützlich, wenn es stirbt und die Nahrung, welche es sonst wegfressen würde, den andern überläßt.

Auch nach der Ansicht Weismann's kommt »bei der Regulierung der Lebensdauer lediglich das Interesse der Art in betracht, nicht etwa das des Individuums«. »Nach der Brutpflege hat das Individuum keinen Wert mehr.« »Und dadurch ist der relative Endpunkt der Lebensdauer gegeben.« »Die Dauer selbst hängt nun ab von der Dauer der Jugendzeit und der Dauer der Reifezeit, d. h. Zeugungsfähigkeit.« »Jedes Tier ist Todesursachen ausgesetzt.« »Und daher hat die Natur die Tendenz, die Fortpflanzungszeit und damit die Lebensdauer so kurz zu normieren wie nur möglich.«

Alle diese Sätze sind vollständig richtig, nur bei dem letzten möchte ich mir eine Einwendung erlauben. Allerdings hat die Natur die Tendenz, die Fortpflanzungsdauer so kurz wie möglich zu normieren, da es von Nutzen ist, daß das Tier bereits viele Nachkommen hinterlassen hat, wenn es plötzlich vom Tode ereilt wird. Damit ist aber noch lange nicht gesagt, daß nun auch die ganze Lebensdauer möglichst kurz normiert sein soll. Warum soll das Tier nicht noch nach der Fortpflanzungszeit lange leben? Auch die Ansicht [2], daß der Tod nützlich sein soll, weil jedes Tier Schädigungen erleidet, die nicht zu reparieren sind, kann nicht gültig sein, da sonst die niederen Tiere, bei denen Schädigungen sehr leicht wiederhergestellt werden, gar nicht sterben oder

[1] l. c. pag. 8. [2] l. c. pag. 30.

wenigstens länger leben müßten als höhere Tiere, bei denen dies nicht der Fall ist. Warum sollten die Tiere auch nach der Fortpflanzung nicht noch so lange weiter leben, als sie bei den erlittenen Schädigungen vermögen?

Nur der bereits oben angegebene Grund kann hier maßgebend sein: Es ist nützlich, wenn das Tier, das sich nicht mehr vermehrt und nicht mehr für die Pflege der Jungen sorgt, auch nicht mehr lange lebt, da es sonst den übrigen die Nahrung fortfrißt, ihnen den Kampf ums Dasein nur erschwert. —

Weismann hat nun in seiner Arbeit nicht nur durch die Auffassung der Dauer des Lebens als einer Anpassung an die äußeren Lebensverhältnisse das Problem gelöst, sondern er weiß diese seine Ansicht auch durch eine große Zahl von Thatsachen zu stützen, so daß seine Arbeit eine Fundgrube von Thatsachen, welche die Lebensdauer betreffen, geworden ist. Hier ist nicht der Ort, alle diese wiederzugeben, jedoch kann ich es mir nicht versagen, hier und da eine solche als Beispiel anzuführen.

Die Vögel haben bekanntlich eine verhältnismäßig lange Lebensdauer, sie werden rasch geschlechtsreif, bleiben aber lange zeugungsfähig. Weismann[1] erklärt diese Erscheinung wie folgt: Wenn die Brut wie bei den Vögeln einer großen Zerstörung ausgesetzt ist und zugleich wegen des Fluges die Fruchtbarkeit (d. h. pro Zeiteinheit) nicht vergrößert werden darf, »so gibt es kein anderes Mittel für die Erhaltung der Vogelarten als ein langes Leben.« Für bestimmte Lebensverhältnisse ist ein langes Leben also eine »Notwendigkeit«. Die Vögel haben, wenn auch eine kleine Fruchtbarkeit pro Zeiteinheit, so doch infolge der langen Fortpflanzungsfähigkeit eine große Fruchtbarkeit pro Individuum und sichern so den Fortbestand der Art oder besser die Fortpflanzung der Tiere, welche wir zu ihrer Art rechnen.

Die Schrift von Dönhoff hat Weismann leider nicht gekannt, da er sonst folgende Gedanken etwas anders gefaßt haben würde. Er sagt nämlich[2]: »Nehmen wir mit Darwin und Wallace an, daß bei den meisten Arten eine gewisse Stabilität in der Zahl der gleichzeitig lebenden Individuen eingetreten ist, so zwar, daß auf einem bestimmten Wohngebiet die Zahl der Individuen sich innerhalb eines größeren Zeitraumes annähernd gleich bleibt, so brauchte man nur die Fruchtbarkeit einer Art zu kennen und ihre durchschnittliche Lebensdauer, um daraus die Zerstörungsziffer zu berechnen.«

Aus der Arbeit von Dönhoff aber haben wir bereits gesehen, daß die Fruchtbarkeit der Art allein genügt, um die durchschnittliche (d. h. mittlere) Lebensdauer und durch Vergleichung mit der natürlichen Lebensdauer die Zerstörungsziffer (d. h. Sterblichkeit) berechnen zu können.

Das Beispiel, welches Weismann anführt, ist folgendes: Die durchschnittliche Lebensdauer des Steinadlers ist 60 Jahre, wovon 10 Jahre auf die Jugend fallen. Er brütet jährlich 2 Eier aus, also in den 50 Jahren seiner Fortpflanzungszeit 100 Eier, von denen aber nur 2 wieder

[1] l. c. pag. 15. [2] l. c. pag. 14.

zu erwachsenen Vögeln werden, da ja die Zahl der Individuen gleich bleibt. Der Steinadler würde also nur alle 50 Jahre dazu gelangen, ein Paar Junge großzuziehen, die Zerstörung ist also sehr groß.

Wie man sofort sieht, handelt es sich hier nicht um die durchschnittliche Lebensdauer, sondern um das Alter, welches die Steinadler sehr häufig erreichen. Da aber die durchschnittliche oder mittlere Lebensdauer ein wissenschaftlicher Begriff ist, unter welchem man das arithmetische Mittel der Anzahl Jahre versteht, welche alle Steinadler von der Geburt ab erreichen, so muß man hieran festhalten. — Wenn man also statt »durchschnittliche« »natürliche« Lebensdauer setzt, so zeigt das Weismann'sche Beispiel sehr gut, wie groß die Zerstörung selbst bei starken Raubvögeln ist. Bei diesen wird besonders die Sterblichkeit der Eier und der Jungen groß sein, während bei schwächeren Vögeln die Sterblichkeit auch der Erwachsenen noch sehr groß ist.

Daß die Dauer des Lebens nicht nur von der durch die äußeren Umstände bedingten Sterblichkeit, sondern auch von anderen Lebensverhältnissen abhängig ist, zeigt folgende Überlegung Weismann's: »Lebten die Larven der Eintagsfliegen an irgend einem selteneren und zerstreut wachsenden Kraut, anstatt in dem Schlamm der Gewässer, so würden ihre Imagines notwendig länger leben müssen, denn sie müßten dann, wie die Schwärmer oder viele Tagschmetterlinge, ihre Eier einzeln oder in kleinen Gruppen über ein weites Gebiet zerstreut ablegen; dazu gehört aber Zeit und Kraft.« Die Imagines müßten dann Nahrung aufnehmen, was wieder Zeit kostet. Also hängt die Lebensdauer auch von der Art der Eiablage und von dem Ernährungsplatz der Jungen ab.

Auch die Erscheinung, daß bei Bienen, Wespen, Ameisen und Termiten die Geschlechter eine verschieden lange Lebensdauer haben, ist eine durch Anpassung erworbene Eigenschaft. Die Königinnen und Arbeiter leben lange, aber die sehr rasch überflüssig werdenden Männchen leben nur kurze Zeit. Sie würden auch, da sie doch Nahrung beanspruchen, den übrigen den Kampf ums Dasein nur erschweren. —

Weismann setzt sich in seiner Arbeit noch ein zweites Ziel: er will nicht nur den biologischen Nachweis führen, daß die Dauer des Lebens als eine Anpassung an die äußeren Lebensverhältnisse aufzufassen ist, sondern er will auch untersuchen, durch welche physiologischen Vorgänge der Tod herbeigeführt wird[1].

Er argumentiert folgendermaßen: »Die Lebensprozesse der höheren, d. h. vielzelligen Tiere sind mit einem Wechsel der morphologischen Elemente der meisten Gewebe verbunden. Dieser Satz legt es nahe, die Ursache des Todes nicht in der Abnutzung der einzelnen Zellen, sondern in einer Begrenzung der Vermehrungsfähigkeit der Zellen zu suchen, sich vorzustellen, daß der Tod deshalb eintritt, weil die verbrauchten Gewebe sich nicht ins Unendliche fort von neuem wiederherstellen können, weil die Fähigkeit der Körperzellen, sich durch Teilung zu vermehren, keine unendliche ist, sondern eine begrenzte.« —

[1] l. c. pag. 27.

Der Tod tritt aber schon früher ein, weil bereits die Verlangsamung der Zellvermehrung funktionelle Störungen bewirkt. — Viele Insekten zeigen indessen keine Altersperiode, bei ihnen tritt der Tod direkt nach der Eiablage ein; Weismann nennt diesen Tod den Tod mit Katastrophe.

Hierzu bemerkt er noch, daß, da der Ersatz der Zellen nicht in allen Teilen des Körpers ein gleich rascher ist, die »Zahl der Zellgenerationen«, welche erreicht werden kann, bei demselben Tiere in den verschiedenen Geweben eine sehr verschiedene sein muß. —

Weismann geht endlich noch auf die Lebensdauer der einzelligen Tiere ein[1]. Bei ihnen ließ sich nach seiner Ansicht ein Tod nicht einrichten, da Individuum und Fortpflanzungszelle identisch ist. Bei den Metazoen erst entstand eine Trennung zwischen den Propagationszellen und den somatischen Zellen, d. h. denjenigen, welche den übrigen Körper des Tieres aufbauen. Der Tod des Individuums besteht also in der beschränkten Vermehrungsfähigkeit der somatischen Zellen. Da die einzelligen Tiere keinen Körper (Soma) besitzen, so haben sie auch keinen natürlichen Tod. Wenn sie zu Grunde gehen, so sterben sie eines zufälligen Todes, nämlich durch äußere Ursachen und nicht durch innere.

Aus der Theorie Weismann's folgt noch zweierlei: einmal, daß der Tod eine ererbte Eigenschaft ist, daß es schon beim Aufbau des Embryos in der Zelle liegt, wie rasch und wie oft sie sich teilt (l. c. pag. 40), und ferner, daß im Alter des Tieres ein langsamerer Zellersatz stattfindet als früher (l. c. pag. 43). Die erste Folgerung ist eine unzweifelhaft richtige, die zweite hat nur eine gewisse Wahrscheinlichkeit für sich. —

Am Schluß seiner ausgezeichneten Arbeit deutet Weismann noch kurz eine Theorie an, die er in bezug auf die verschiedene Größe aufstellt, welche die Tiere erreichen. Auch die Durchschnittsgröße ist eine vererbte, nützliche, durch natürliche Zuchtwahl erworbene Eigenschaft der Tiere. Ein Käfer in der Größe eines Elefanten ausgeführt würde aus physikalischen Gründen nicht leben können. Für jedes Tier ist seinen äußern Lebensverhältnissen und seinem innern Körperbau entsprechend eine bestimmte Größe die zweckmäßigste.

Wenn das Tier nun diese bestimmte Größe erreicht hat, so wächst es nicht etwa deswegen nicht weiter, weil es sonst sterben würde, sondern weil es die ererbte Eigenschaft hat, nicht größer zu werden. Die Natur besitzt durchaus keine Voraussicht, es geschieht vielmehr sehr häufig etwas, was zum Tode des Individuums führt.

Leider hat Weismann den echt darwinistischen Gedanken, daß die Durchschnittsgröße der Tiere eine durch natürliche Auswahl erworbene nützliche Eigenschaft ist, nicht weiter ausgeführt; viele Beispiele wären ihm sicherlich zur Hand gewesen.

Es ist z. B. gewiß, daß die Stammform der Raubtiere nicht die Kleinheit eines Hermelins gehabt hat. Ein Teil der Raubtiere hat aber diese Kleinheit durch Anpassung an den Raub kleinerer Tiere erlangt, so daß einige die Mäuse selbst bis in ihre Löcher verfolgen können. Im Gegensatz hierzu haben größere Raubtiere ihre Größe deshalb er-

[1] l. c. pag. 35.

halten, weil sie dadurch zum Raube größerer Tiere befähigt wurden. Und um sich gegen solche Raubtiere verteidigen zu können, haben Elefant, Rhinozeros und andere ihre bedeutende Größe und Stärke erlangt. Andere Tiere entgehen gerade umgekehrt durch ihre Kleinheit vielen Verfolgungen, z. B. die Kolibris, ferner die äußern Schmarotzer der Tiere, welche sicherlich diese Lebensweise nicht weiter führen könnten, wenn sie größer und damit leichter zu fangen wären. —

Nicht alle Forscher scheinen der Methode und der Anschauungsweise Weismann's eine solche Sympathie entgegengebracht zu haben, wie man sie bei den Anhängern Darwin's vermuten sollte. Wenigstens hat sich Goette bald darauf in einer Broschüre [1] dagegen gewandt. Es wird sich daher verlohnen, diese einer Betrachtung zu unterziehen.

Goette führt in seiner Arbeit einige neue Bezeichnungen ein, welche wir zunächst kennen lernen müssen. Unter Protozoen, im Gegensatz zu den Metazoen, versteht man nicht bloß einzellige Tiere, sondern auch solche, welche aus mehreren gleichartigen Zellen bestehen. Goette nennt diese daher mit Recht Homoplastiden, im Gegensatz zu den aus ungleichartigen Zellen bestehenden Heteroplastiden. Die Homo- und Heteroplastiden sind beide Polyplastiden, d. h. sie bestehen aus vielen Zellen, während Monoplastiden diejenigen genannt werden, welche nur aus einer Zelle bestehen.

Goette beginnt leider damit, nach Art der Philosophen zuerst den Begriff der Individualität und dann den des Todes zu definieren. Er gelangt zu dem Schluß, daß »Individualität der Organismen nicht eine Unteilbarkeit schlechtweg, sondern nur eine solche ist, welche die Integrität einer Lebenseinheit oder eines Gesamtlebens und damit die Möglichkeit einer selbständigen Existenz aufrecht erhält« [2]. Man kann aber hieraus leicht den Schluß ziehen, daß gewisse ganz unselbständige Parasiten keine Individuen wären, und sind nicht die weißen Blutkörperchen weit selbständiger als diese? Richtig ist es, wenn Goette sagt, daß »schon auf der untersten Stufe polyplastider Organisation die Individualität des Ganzen nur bei einer gleichzeitigen Beschränkung der Individualität der Elemente denkbar ist« (l. c. pag 40). Betrachtet man das Ganze als Individuum, so können die einzelnen Teile nur als Individuen zweiter oder dritter Ordnung gelten.

Die Individualität ist eben ein ganz subjektiver Begriff, der von den Menschen gemacht und erst in die Natur hineinverlegt wird. An einzelnen Beispielen kann man zwar ganz bestimmt sagen, was ein Individuum und was nur ein Teil desselben ist, bei sehr vielen aber zeigt sich, daß keine Grenze zwischen beiden gezogen ist, und man weiß nicht mehr, ob man eine Siphonophore als Individuum oder als einen Staat von Individuen auffassen soll. Der Begriff der Individualität ist ebenso subjektiv und ebensowenig in der Natur vorhanden als der der Art.

Nach der Diskussion des Begriffs der Individualität beginnt Goette

[1] Über den Ursprung des Todes. Hamburg und Leipzig, Voß, 1883.
[2] l. c. pag. 13.

den Begriff des Todes zu definieren, den er als Stillstand des individuellen Gesamtlebens auffaßt (l. c. pag. 22).

Was man unter Tod zu verstehen hat, ist nicht schwer zu sagen, es ist eben das Aufhören der Lebensthätigkeiten ohne die Möglichkeit, wieder aufleben zu können. Man hat nämlich nicht bloß zwei Zustände, »Leben« und »Tod« zu unterscheiden, sondern drei, Leben, Tod und Anabiose oder Leblosigkeit. Der Frosch, der im Eis einfriert, das Rädertierchen und das Bärtierchen, die zu Staubkörnchen eintrocknen, zeigen selbst im Innern nicht die geringste Lebensthätigkeit, sie sind absolut leblos, und doch können sie, wenn das Eis auftaut oder ein Regen die Bärtierchen benetzt, von neuem erwachen und weiter leben wie vorher. Ihr Leben war nur suspendiert, nicht abgeschnitten. Ein Käfer, der sich erschreckt tot stellt, ist hiervon weit verschieden, er muß zu den Lebenden gerechnet werden; denn wenn er sich auch still verhält, pulsiert doch im Innern das Leben ruhig weiter. Es ist daher nötig, den Zustand, der nicht als Leben und nicht als Tod bezeichnet werden kann, mit einem neuen Wort zu belegen, und dies ist nach dem Vorgange von Preyer [1] Anabiose.

Goette hat dies nicht beachtet und seine Definition des Todes ist daher unvollständig. Auch die Anabiose ist ein Stillstand des Lebens, aber mit der Möglichkeit, wieder aufzuleben. Der Tod dagegen ist ein Stillstand des Lebens ohne diese Möglichkeit. — Der Tod ist also kein subjektiver Begriff wie die Individualität, man kann vielmehr für jeden einzelnen Fall bestimmt angeben, ob ein Tier lebend, anabiotisch oder tot ist. —

Nachdem Goette etwa vierundzwanzig Seiten dazu verwandt hat, die Begriffe Tod und Individualität zu definieren, geht er dazu über, die Ursachen des Todes zu erforschen.

Er wendet sich direkt gegen die Auffassung Weismann's, daß die Lebensdauer eine nützliche Eigenschaft sei, und behauptet sogar, daß »die Dauer des Lebens nach der Fortpflanzung überhaupt nicht direkt Gegenstand der natürlichen Auslese werden konnte« (l. c. pag. 29).

Ein jeder, der die Lehre Darwin's durchdacht hat, erkennt sofort, daß dieser Satz Goette's einen Irrtum birgt. Auch diejenigen Eigenschaften, welche erst nach der Fortpflanzung zu Tage treten, liegen schon lange vorher im Individuum verborgen und vererben sich daher. Wenn es nun für irgend eine Tierart nützlich ist, daß die Eltern bald nach der Fortpflanzung sterben, vielleicht deshalb, weil sie doch nicht für die Jungen sorgen, sondern den Jungen oder Geschwistertieren oder Verwandten — denn die an demselben Standort vorkommenden Tiere sind in den meisten Fällen mehr oder weniger nahe verwandt — die Nahrung fortfressen würden, so werden diejenigen Tiere am besten gedeihen, deren Eltern resp. Verwandte die Eigenschaft haben, bald nach der Fortpflanzung zu sterben, und daher werden im allgemeinen auch sie selber die Eigenschaft haben, bald nach der Fortpflanzung zu sterben.

Hier ist es am Platze, das bereits von Darwin erwähnte Beispiel

[1] Thatsachen und Probleme.

der Ameisen und Bienen anzuführen. Die Arbeiter dieser Insekten pflanzen sich bekanntlich nicht fort und dennoch besitzen sie eine ganze Reihe von nützlichen Eigenschaften, die alle durch natürliche Zuchtwahl erworben wurden. Diejenigen Königinnen, deren unfruchtbare Töchter resp. Geschwister solche nützliche Eigenschaften hatten, haben die meisten Eier gelegt und von den hieraus kriechenden Jungen sind die meisten groß gezogen worden. Obgleich die Arbeiter sich selbst nicht fortpflanzen, so nützen ihre guten und uneigennützigen Eigenschaften doch der Fortpflanzung der Königin. Diejenigen Königinnen, welche die Eigenschaft haben, solche uneigennützige Arbeiter hervorzubringen, werden im Kampf ums Dasein am besten gestellt sein.

Als Goette den oben citierten Satz niederschrieb, hatte er sich nicht klar gemacht, daß nicht nur Eigenschaften, die dem Individuum nützen, sondern auch solche, die der Art oder besser der Gesamtheit der einen Zeugungskreis bildenden Tiere nützen, von der Natur gezüchtet werden[1]. Weismann hat diese Verhältnisse nicht näher erklärt, weil er vielleicht die Kenntnis derselben voraussetzte. —

Goette versucht an die Stelle der von ihm angegriffenen Theorie Weismann's etwas neues zu setzen. Er glaubt nämlich, daß die durch die Fortpflanzung bedingte Störung des Gesamtlebens die Ursache des Todes sei, und zwar ist ihm die Fortpflanzung die ausschließliche und letzte Ursache des Todes[2]. Er führt zur Stütze dieser Ansicht eine Reihe von Beispielen an, bei denen der Tod direkt nach der Eiablage, wie bei den Eintagsfliegen, oder bald danach eintritt, wie bei den Schmetterlingen und Flöhen. Und wenn man nur diese Beispiele betrachtet, so könnte man allerdings zu der Ansicht gelangen, als ob die Fortpflanzung die mechanische Ursache des Todes wäre.

Nun aber gibt es bekanntlich sehr viele Tiere, die sich niemals fortpflanzen und doch eines natürlichen Todes sterben, wie z. B. die Arbeiter der Bienen. Man wird sehr gespannt sein, wie bei diesen Beispielen die Ursache des Todes in einem Umstand gesucht werden kann, der gar nicht da ist. Um dies beurteilen zu können, wollen wir hören, wie Goette sich die ganze Wirkung der Fortpflanzung denkt. Er sagt hierüber folgendes:

»Aber allerdings wirkt die Fortpflanzung der genannten Würmer auf ihre Lebensenergie, wenngleich ebenso direkt und mit demselben Erfolge wie bei den Insekten, doch in etwas anderer Weise. Nicht die Eiablage bewirkt durch eine außerordentliche Erschöpfung den Tod, sondern die Reifung der Keime oder die Entwickelung der Brut im Mutterleibe ruft, sei es durch Druck oder eine sonstige Ernährungsstörung, eine

[1] Man bedient sich häufig des Ausdruckes, daß solche Eigenschaften von der Natur gezüchtet werden, welche „zur Erhaltung der Art“ dienen. Hieraus könnte man indessen den falschen Schluß ziehen, daß die Natur die Tendenz hätte, die Arten zu erhalten, die sich ja stets geändert haben. Es muß vielmehr heißen, daß es auf die Erhaltung der Fortpflanzung ankommt, also nicht auf die der Vermehrung, worunter ich sämtliche produzierten Jungen verstehe, sondern auf die der Fortpflanzung, d. h. der Jungen, welche von der Sterblichkeit verschont zur Reife und Vermehrung gelangen. (Siehe Regulierung etc. pag. 77.)

[2] und [3] l. c. pag. 32.

so hochgradige Atrophie des ganzen mütterlichen Organismus hervor, daß dessen Tod unvermeidlich wird. Wenn also bei den Insekten eine eingreifende funktionelle Störung die unmittelbare Todesursache ist, so wirkt als solche bei den Würmern eine nicht minder intensive gewebliche Rückbildung, welche zudem vor dem Abschluß der Fortpflanzung beginnt[1].« Schon vor der Beendigung der Fortpflanzung beginnt eine Involution, welche die »unverkennbare unmittelbare Todesursache« ist[2]. Die Fortpflanzung wirkt »nicht etwa erst durch die Eiablage oder die Geburt der Larven«, sondern »schon durch die Entwickelung der Keime« und daher auch dann, »wenn die Fortpflanzung aus irgend einem Grunde unterbrochen, ihre späteren Stadien unterdrückt würden[3].« Auf diese Weise glaubt er den natürlichen Tod der Arbeiter erklären zu können. Warum aber sterben die Kastraten der Menschen und Tiere, bei denen doch nicht einmal eine Entwickelung von Keimen stattfindet?

Goette fügt noch folgendes hinzu: »Auf Grund dieser Thatsache (daß der Tod auch ohne Fortpflanzung eintreten kann) läßt sich aber ganz wohl verstehen, daß die gewebliche oder funktionelle Rückbildung sich allmählich so innig der Gesamtentwickelung des Individuums anpaßte, daß sie nicht mehr direkt von den Fortpflanzungsvorgängen abhing, sondern zu einer notwendigen Begleiterscheinung der ganzen übrigen Organisation und Entwickelung wurde, was den natürlichen Tod ohne vorausgegangene Fortpflanzung genügend erklärt, ohne den Ursprung desselben von einer mehr oder minder unmittelbaren Wirkung der Fortpflanzung bei den Vorfahren solcher Formen in Frage zu stellen« (l. c. pag. 38).

Die Ansicht Goette's scheint also folgende zu sein: Bei den Vorfahren, vielleicht den ältesten Vorfahren der jetzt lebenden Tiere, den einfachst gebauten Polyplastiden, hat die Fortpflanzung stets den Tod herbeigeführt, sie war seine einzige und direkte Ursache. Da dies aber nun Generationen hindurch stattfand, so gestaltete sich die Organisation der Tiere nach und nach so, daß nach einer gewissen Lebenszeit der Tod auch dann eintrat, wenn gar keine Fortpflanzung stattgefunden hatte. — Nun ist aber klar, daß, wenn jetzt die Organisation derartig ist, daß der Tod auch dann eintritt, wenn weder Fortpflanzung noch Bildung von Keimen stattfindet, auch die Fortpflanzung die Ursache des Todes gar nicht mehr ist, sondern daß diese in der Organisation des Tieres liegt, wie es Weismann behauptet.

Ob nun bei den Vorfahren der Tiere die Fortpflanzung den Tod zur Folge gehabt hat, wird sich schwer entscheiden lassen. Nur das läßt sich untersuchen, ob dies bei den niedrigsten jetzt lebenden Wesen der Fall ist. Als Beispiel führt Goette die Orthonektiden an, die den Stammformen aller Polyplastiden sehr nahe stehen. »Sie bestehen nach den neuesten Untersuchungen von Julin aus einem zelligen, flimmernden Hautschlauch (Ektoderm) und einer inneren Zellenmasse (Entoderm), welche bei den hier allein in betracht kommenden Weibchen sich in ihrer Ge-

[1] l. c. pag. 35. [2] l. c. pag. 36. [3] l. c. pag. 37.

samtheit in Eier verwandelt. Sobald dieselben reif geworden, zerreißt der Hautschlauch an einer bestimmten Stelle und entleert seinen ganzen Inhalt, die reifen Eier, nach außen; und damit hat das Individuum zu existieren aufgehört [1].«

Hier ist es unzweifelhaft, daß bei diesem »Tod mit Katastrophe« die Fortpflanzung die direkte Ursache des Todes war. Goette fügt noch hinzu, daß dieser Tod »nicht nur eine erfahrungsmäßig notwendige, sondern eine schlechterdings unvermeidliche Wirkung ihrer Fortpflanzung ist [2]«. Allerdings. Man kann sich aber sehr wohl ein orthonektidenähnliches Tier denken (ob dies existiert, thut nichts zur Sache), welches die Eier nach und nach entleert. Aber auch hier könnte man behaupten, daß der später eintretende Tod die Folge der früher, allerdings während einer langen Zeit stattgefundenen Fortpflanzung gewesen sei. Man kann sich indessen denken, daß das ausgestoßene Ei eine Zeit lang einen mütterlichen Schutz genießt, etwa in einer Ausbuchtung des Körpers sich entwickelt und heranwächst. Hier würde also die Mutter nach Ablage des letzten Eies nicht sterben, sondern dieses schützen, bis es eine gewisse Entwickelungsstufe erreicht hat. Es ist also unzweifelhaft, daß nur bei den Orthonektiden der Tod eine »schlechterdings unvermeidliche Wirkung der Fortpflanzung« ist, daß dies aber durchaus nicht bei allen niederen Polyplastiden der Fall zu sein braucht. Auch dann, wenn wir streng daran festhalten, daß die Zellen des Entoderms völlig gleich sind, ist es durchaus nicht nötig anzunehmen, daß sie zu derselben Zeit ausgestoßen werden müssen, sondern mit der Annahme der Gleichheit ist es verträglich, anzunehmen, daß sie nach und nach ihrer Lage entsprechend ausgestoßen werden. Also auch bei den Stammformen der Polyplastiden führt die Fortpflanzung durchaus nicht unbedingt den Tod herbei.

In bezug auf das »Altern« bemerkt Goette ganz richtig, daß dies nur »eine auf gewisse Tiere beschränkte Erscheinung ist, deren Ursachen noch völlig unaufgeklärt sind« [3]. Dann aber glaubt er, daß auch diese Altersinvolution auf denselben Grund, die Fortpflanzung, zurückgeführt werden müsse. Dieser Ansicht steht die Thatsache entgegen, daß auch die Kastraten altern. Es würde Goette also nur übrig bleiben, die Ursache des Alterns ebenso wie die des Todes in der Organisation der Tiere zu suchen. —

Wenn man nun einmal annimmt, die Goette'sche Behauptung, daß die Fortpflanzung den Tod zur Folge habe, sei richtig, so muß man auch den folgerichtigen Schluß ziehen, daß dies nicht nur bei den Heteroplastiden, also den vielzelligen Tieren, welche wenigstens aus Ento- und Ektoderm bestehen, sondern auch bei den Homoplastiden, also den nur aus gleichartigen Zellen gebildeten Tieren, der Fall ist. Bei diesen wird der lockere Zellverband aufgelöst und die einzelnen Zellen bilden durch Teilung neue Kolonien von Zellen, die man je nach der subjektiven Auffassung als Individuen oder als Kolonien von Individuen betrachten kann [4].

---

[1] l. c. pag. 42. [2] l. c. pag. 43. [3] l. c. pag. 39.
[4] Goette führt das Beispiel von *Magosphaera planula* an.

Goette drückt diese Erscheinung so aus, daß er sagt: Infolge der Fortpflanzung stirbt das Individuum, es läßt aber bei seinem Tode keine Leiche zurück; denn »postmortaler Zellentod und die Anwesenheit einer Leiche gehören nicht notwendig zum Begriff des Todes, sondern sind ebenso wie die Involution oder das Altern nur eine besondere, allerdings auf weite Kreise verbreitete Begleiterscheinung desselben« [1]. Daß das Altern nicht bei allen Tieren vorkommt, hatten wir bereits oben gesehen, ob aber auch die Anwesenheit einer Leiche nur eine Begleiterscheinung ist, das muß doch einer genaueren Überlegung unterzogen werden.

Schon im ersten Augenblick wird es jedem Leser auffallen, daß irgendwo der Tod eintreten kann, ohne daß etwas stirbt; wenn für irgend etwas der Tod eintritt, so muß doch auch etwas sterben. Bei der Auflösung der Zellkolonie geht nichts zu Grunde, auch nicht das geringste Teilchen Protoplasma — und doch behauptet Goette, daß der Tod eingetreten sei. An dieser Stelle hat Goette den Boden der Naturwissenschaft verlassen und ist vollständig auf den der Philosophie übergetreten. Bei der Auflösung einer Zellkolonie geht nichts zu Grunde, nichts stirbt, nur der Begriff, daß man dies als etwas Ganzes, als ein Individuum betrachten darf, dieser Begriff ist nicht mehr gültig, er geht zu Grunde, stirbt. Dieser ist aber nichts Materielles; nur mit Materiellem beschäftigt sich die Naturwissenschaft, nicht mit dem Sterben von Begriffen. Bei einem wirklichen Tod wird stets etwas Materielles sterben und daher auch stets etwas Gestorbenes, d. h. eine Leiche zurückbleiben.

Folgerichtig müßte Goette annehmen, daß auch bei den einzelligen Wesen der Tod durch die Fortpflanzung herbeigeführt werde, daß also die alte Zelle, die sich teilt, sterbe und zwei neue dafür aufleben. Dies thut er aber nicht, sondern er nimmt an, daß bei den Monoplastiden die Encystierung eine Verjüngung bedeutet [2] und daß »diese Umprägung des spezifischen Protoplasmas, wobei die Identität der Substanz die Vererbung sichert, zugleich auch auf den Urzustand der Organismen hindeutet« [3]. Bei der Encystierung stirbt das Protoplasma und lebt später von neuem wieder auf. Indessen geht hierbei nichts zu Grunde, nichts stirbt und daher ist auch für nichts der Tod eingetreten.

Dr. C. Düsing.

(Schluß folgt).

Zoologie.

Critogaster und Trichaulus.

Zweck dieser Zeilen ist, eine irrige Vermutung zu berichtigen, die ich in dem Berichte über G. Mayr's »Feigeninsekten [4]« ausgesprochen habe.

Es hat sich die Vermutung bestätigt, daß die *Critogaster* als flügellose Männchen zu *Trichaulus* gehören: dagegen gehören nicht alle drei

[1] l. c. pag. 49. [2] l. c. pag. 69. [3] l. c. pag. 80. [4] Kosmos 1886, 1. Bd. S. 55.

Critogaster-Arten zu dem einen *Trichaulus versicolor*, den ich allein vor fünf Jahren gefunden hatte, sondern jede der drei *Critogaster*-Arten hat ihre eigenen geflügelten Weibchen und Männchen.

Ich untersuchte im Laufe des letzten Sommers Feigen von acht *Pharmacosycea*-Bäumen. Von dem die *Blastophaga* unserer übrigen Feigenarten vertretenden *Tetrapus* abgesehen, bestanden die Tausende geflügelter Wespen ausschließlich aus *Trichaulus*, die flügellosen Männchen ausschließlich aus *Critogaster*.

Um die Wespen der einzelnen Feigen vollzählig zu erhalten und gesondert untersuchen zu können und damit einen sicheren Prüfstein für die Zusammengehörigkeit der verschiedenen Formen zu gewinnen, wurden Feigen, in welchen eben die flügellosen Männchen auszukriechen begannen, die Weibchen also noch nicht ihre Gallen, viel weniger also die Feige verlassen hatten, gesondert aufbewahrt, bis alle Gallen leer waren. Es ergab sich zunächst, daß wie vorauszusehen, *Trichaulus versicolor* zu *Critogaster singularis*, der bei weitem häufigsten Art dieser flügellosen Männchen gehört, daß diese beiden Formen sich stets beisammen finden.

Am 15. November erhielt ich zum erstenmale aus einer Feige, in welcher außer 2 *Critogaster singularis* sich 7 *Cr. piliventris* fanden, über ein Dutzend auf den ersten Blick von *Trichaulus versicolor* zu unterscheidende Weibchen. Bei *Trichaulus versicolor*, dem Weibchen von *Critogaster singularis*, glänzt fast die ganze Oberseite des Leibes in prächtigem metallischem Grün oder Blau; der Unterleib trägt eine Stachelscheide von etwa doppelter Körperlänge. Bei den Weibchen von *Critogaster piliventris* entbehrt der gelbe Leib fast vollständig jenes schönen Metallglanzes; die schwarze Stachelscheide hat etwa dreifache Körperlänge; der Hinterleib zeigt eine eigentümliche sattelartige schwarze Zeichnung und beim lebenden Tiere bieten auch die lebhaft roten Augen ein augenfälliges unterscheidendes Merkmal. Zahlreiche spätere Beobachtungen haben das stets gemeinsame Vorkommen dieser Weibchen und des *Critogaster piliventris* bestätigt.

Schon am folgenden Tage (16. 11. 85) sollte ich auch die Weibchen der dritten, seltensten Art, *Critogaster nuda*, kennen lernen; sie sind in der Färbung denen von *Cr. singularis*, d. h. *Trichaulus versicolor* sehr ähnlich, aber sofort an ihrer kaum Körperlänge erreichenden Stachelscheide zu erkennen.

Sehr häufig finden sich alle drei Arten oder doch wenigstens zwei in derselben Feige. In den Feigen von dreien der acht Bäume fehlte *Critogaster nuda* und natürlich auch das zugehörige Weibchen; ein anderer Baum zeichnete sich durch besondere Häufigkeit dieser Art aus.

Geflügelte Männchen habe ich in diesem Sommer von *Critogaster singularis* (= *Trichaulus versicolor*) unter Tausenden von Weibchen kein einziges, von *Cr. piliventris* ein einziges unter mehreren hundert Weibchen gefunden, während bei *Cr. nuda* auf etwa 10 Weibchen ein geflügeltes Männchen kam.

Daß ich vor fünf Jahren flügellose Männchen aller drei Arten, Weibchen dagegen nur von einer Art fand, wird daher rühren, daß an den

Bäumen, von denen ich damals Feigen pflücken und geflügelte Wespen sammeln konnte, nur diese eine Art vorkam; die Männchen der beiden anderen Arten werden von Bäumen stammen, unter denen ich Feigen auflas, aus welchen die geflügelten Wespen bereits ausgeflogen waren.

Blumenau, 30. April 1886. Fritz Müller.

Botanik.

Über die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen.

Unter den verschiedenen Gewebesystemen, welche uns die Anatomie kennen lehrt, ist kaum eines in seiner physiologischen Bedeutung klarer erkannt als das die Größe der Transpiration bestimmende Schutzgewebesystem. Zugleich ist es auch dasjenige, welches in ganz besonderem Grade den Einfluß äußerer Lebensbedingungen auf den Bau der Pflanzen verrät. So sehen wir einesteils an jenen Pflanzenteilen, für welche ihrer großen Oberfläche wegen die Gefahren einer zu starken Transpiration besonders vorhanden sind, auch dieses Schutzgewebe vorzüglich entwickelt; anderseits begegnet es uns bei Pflanzen trockenen Standortes, für welche natürlich eine möglichst ungehinderte Transpiration verhängnisvoll werden müßte, in ungleich höherer Ausbildung als bei solchen feuchter oder nasser Standorte. Lehrte uns nicht die tägliche Erfahrung die großen Nachteile bedeutenden Wasserverlustes für viele Pflanzen kennen, so müßten wir sie aus dem Vorkommen von Schutzvorrichtungen gegen das Austrocknen erschließen.

In der Natur entstehen nun allerdings oft die Bedingungen, welche einen starken Wasserverlust vieler Pflanzen erfordern. Die Anpassungsfähigkeit an diese Bedingungen, den Grad der Austrocknungsfähigkeit verschiedener Pflanzen zu prüfen, hat eine Untersuchung von L. Schröder (Über die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen, in: Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen herausgegeb. v. Pfeffer, Bd. 2. Heft 1) zum Gegenstand.

Ein absolutes Austrocknen, ein Wasserentzug, wie er durch längeres Erhitzen auf etwa 110^0 erzielt würde, ist natürlich für die Pflanze tötlich. Schröder's Versuche prüfen den Einfluß der Lufttrockenheit und der Schwefelsäuretrockenheit, d. h. des unter der wasserentziehenden Wirkung der Schwefelsäure des Exsikkators erzeugten Wasserverlustes. Der Pflanzenkörper der Phanerogamen und Gefäßkryptogamen wird durch Trocknen an der Luft getötet. Einige *Isoëtes*-Arten der Sandhügel Algeriens machen eine Ausnahme. So vermochte Braun *Isoëtes setacea* nach zweijähriger Aufbewahrung im Herbar wieder zum Leben zu bringen. Knollen verschiedener *Isoëtes*-Arten, die trocken aufbewahrt wurden, behielten ihre Lebensfähigkeit 5—6 Jahre bei.

Einen sehr weitgehenden Wasserverlust vermögen viele Phanerogamen trockener Standorte, namentlich Crassulaceen und Opuntien auszuhalten.

Anpassungen an ihre besonderen Standortsverhältnisse bringen es mit sich, daß sie der Wasserverdunstung einen sehr bedeutenden Widerstand entgegen zu setzen vermögen. So zeigten z. B. lebende Opuntiensprosse nach längerem Aufenthalt im Exsikkator folgende Gewichtsverhältnisse:

Gewicht des turgeszenten Sprosses.	Wasserverlust in Prozenten bei einem Aufenthalt im Exsikkator	
	von 2 Monaten.	von 4 Monaten.
1,6173 g	45, %	64,9 %
1,9023 g	31,8 „	54,8 „
0,7203 g	34,4 „	48, „

Die Lebenszähigkeit, der Widerstand gegen bedeutende Wasserabgaben der Kakteen ist übrigens, wie Saussure's Versuche lehrten, ein ganz bedeutender. Eine *Opuntia*, welche 14 Monate lang in einem Schrank aufbewahrt war, wuchs wieder als sie in die Erde versetzt wurde. Ähnliche Beobachtungen machte Referent an *Opuntia vulgaris*, die an den trockenen Abhängen um Sitten in Unzahl wuchert. Eine Pflanze, die während 12 Monaten in einem Zimmer lag, das im Winter geheizt wurde, gedieh, nachdem sie wieder in die Erde eingesetzt war, so vortrefflich, daß schon nach 8 Wochen 2 neue, Dezimeter lange Sprosse vorhanden waren. — Einen Feuchtigkeitsentzug bis zur völligen Lufttrockenheit ertragen die Phanerogamen nur in Form der Samen. Der Anpassung an ein starkes Austrocknen haben sie sich so gut akkommodiert, daß sie selbst einen längeren Aufenthalt im Exsikkator ohne Nachteil ertragen (nach Saussure bis zu 6 Monaten). Bei einigen kleinen Samen zog diese Wasserentziehung eine kleine Verspätung der Keimung nach sich. Samen, denen eine harte Schale fehlt (z. B. einige *Oxalis*-Arten), werden durch Austrocknen getötet. Als allgemeine Regel läßt sich auf Grund vieler Beobachtungen der Satz ableiten, daß Samen ein Austrocknen um so weniger ertragen, von je kürzerer Dauer deren Keimfähigkeit ist. Ferner ist bei Sumpf- und Wasserpflanzen der Widerstand tiefgreifender Austrocknung sehr bedeutend reduziert. Wurden z. B. die Samen von *Caltha palustris* 20 Wochen an der Luft oder 11 Wochen im Exsikkator aufbewahrt, so keimten sie nicht mehr.

Ähnlich wie die Samen der Phanerogamen verhalten sich die Sporen der Gefäßkryptogamen. Farnsporen von 50 Jahre alten Herbariumpflanzen keimten, nachdem sie ausgesäet wurden. Die Keimfähigkeit der Sporen der Osmundaceen erlischt aber schon nach kurzer Zeit. Ohne Nachteil ertragen aber die Equisetensporen ein stärkeres Austrocknen.

Im allgemeinen ist man geneigt, den Moosen eine große Widerstandsfähigkeit gegen das Austrocknen zuzuschreiben, und zum Teil wenigstens mit vollem Recht. Verf. erwähnt eines Versuches, in welchem die aller Orten gemeine *Funaria* nach dreiwöchentlicher völlig regenloser Dürre bei einer Temperatur von 30° C. im Schatten, allerdings vor direkten Strahlen der Mittagssonne geschützt, zwar vertrocknet war, aber mit Wasser in Kontakt gebracht wieder völlig auflebte. Wurden Rasen dieses Mooses während 19 Wochen an der Luft getrocknet oder 1—6 Wochen der wasserentziehenden Wirkung der Schwefelsäure ausgesetzt, so enthielten die Blättchen ungefähr ebensoviele lebende wie tote Zellen.

Interessant sind Versuche mit Herbariumpflanzen. Moospflänzchen, die lange Zeit im Herbarium lagen, erhalten durch Befeuchten bekanntlich wieder ein frisches, lebenskräftiges Aussehen. Ob sie damit wieder ins Leben zurückgerufen wurden, ist natürlich nicht durch das bloße Aussehen, sondern nur durch Kulturversuche zu beweisen. Verf. schreibt hierüber: »Ich pflanzte die bestaussehenden Exemplare von *Barbula muralis* vom Jahre 1834, von *B. convoluta* v. J. 1835, *B. fallax* v. J. 1832, *B. muralis* v. J. 1838 und von *Grimmia apocarpa* v. J. 1834, welche in dem Herbarium des Tübinger botanischen Institutes, also 40—50 Jahre gelegen hatten, in die Erde, bewässerte sie vorsichtig von unten auf und stellte sie mit einer großen Glasglocke bedeckt an einen schattigen Platz. Nach 24 Stunden konnte ich unter den Blattzellen keine lebenden finden und innerhalb 6 Tagen waren alle Moose mißfarbig geworden etc. Von jungen Trieben oder von Protonema war selbst nach zwei bis dreimonatlichem Stehenlassen nichts zu bemerken.« Auch 4—15 Jahre alte andere Herbariummoose gediehen nicht wieder. Nur 1—$1\frac{1}{2}$ Jahre alte Herbariumpflänzchen von *Gymnostomum rupestre* und einigen anderen Arten erholten sich wieder so, daß sie neue Stämmchen trieben.

Ganz anders die Sporen. Moossporen, die 50 Jahre im Herbarium gelegen hatten, keimten und erzeugten neue Pflänzchen, als kämen sie aus eben erst gereiften Kapseln hervor.

Die Fähigkeit, weitgehender Trockenheit zu widerstehen, kommt den Algen im allgemeinen nicht zu. Doch gibt es auch hier Arten, bei welchen wenigstens bestimmte mit der Entwickelung in Beziehung stehende Zellen längere Trockenheit ohne Schaden ertragen.

Ein besonderes Interesse dürfte die Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Diatomeen gegen Austrocknen beanspruchen, da die Ansichten der Forscher über deren Lebenszähigkeit sehr auseinandergehen. Verschiedene Botaniker nehmen an, daß wenigstens kleinere Arten austrocknen könnten und mit dem trockenen Schlamm, in welchem sie lebten, als Staub durch den Wind fortgetragen würden. Gelangen sie so wieder ins Wasser, so setzen sie ihr Leben fort. Die Beobachtung, daß in Wassergläsern, die offen einige Zeit in Zimmern standen, Diatomeen vorkommen können, fände durch eine solche Verbreitungsweise und Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknen ihre einfache Erklärung. Schröder's Versuche scheinen nun allerdings nicht für eine lange, auffallende Widerstandsfähigkeit zu sprechen. Zahlreichere kleinere wie größere Mengen von Schlamm oder Erde mit Diatomeen ließ er frei an der Luft liegen. War nach Wochen oder Monaten völlige Lufttrockenheit erreicht, so fehlten auch jegliche lebende Diatomeen.

Flechten ertragen sehr häufig eine völlige Austrocknung ohne Nachteil, vorausgesetzt, daß dieselbe nicht zu lange anhält. So soll z. B. *Peltigera canina*, wenn sie 2 Monate lang staubtrocken war, doch noch lebenskräftig sein; nach 5 Monaten aber würden zwar die Pflanzen, wenn man sie befeuchtet, wieder ein frisches Aussehen erhalten, aber bald faulen.

Die Ursache der oft weitgehenden Widerstandsfähigkeit weiß Verf.

auch nicht genauer anzugeben. Ihre Ungleichheit muß, so schreibt er, »vor allem von spezifischen Eigenschaften des Protoplasmakörpers abhängen.« Die verdickten Membranen, welche zwar oft den Gebilden, die starkes Austrocknen ohne Nachteil ertragen können, zukommen, so vor allem vielen Sporen, fehlen hinwieder nicht selten andern Zellen, die keine geringere Widerstandsfähigkeit besitzen. Daß auch das Vorkommen von Reservestoffen diese Resistenzfähigkeit nicht bedingen kann, wird dadurch erwiesen, daß *Funaria*-Individuen, die durch 14tägige Kultur in kohlensäurefreier Luft in Hungerzustand versetzt und nachher getrocknet wurden, nach einigen Wochen noch lebensfähig waren. Damit ist nun natürlich durchaus nicht gesagt, daß die Gegenwart von Reservestoffen in keinerlei Weise die Widerstandsfähigkeit beeinflusse. »Nützlich wird das Vorhandensein von fettem Öl und andern Reservestoffen allerdings für die damit versehenen Organe beim Austrocknen schon insofern sein, als sie ein zu starkes Kollabieren der Zellen hindern.«

Von größtem Einfluß auf die Widerstandsfähigkeit ist die Art des Wasserentzuges. Gleich starkes Austrocknen kann mit oder ohne Nachteil für die Pflanze erfolgen, je nachdem dieselbe schnell oder langsam getrocknet wurde. Im erstern Fall findet ein vegetativer Teil oft keine Zeit, sich in einen widerstandsfähigen Dauerzustand zu verwandeln, und er geht zu Grunde. Befindet sich aber einmal ein pflanzlicher Organismus in einem Zustand, in welchem er eine Austrocknung zu ertragen befähigt ist, so scheint es von keinem wesentlichen Einfluß mehr zu sein, ob die Wasserentziehung nun schnell oder langsam vor sich geht.

Daß die Resistenzfähigkeit gegen Austrocknung für die Pflanze oftmals von größter Bedeutung wird, liegt auf der Hand. Daß sie als eine Anpassungserscheinung aufgefaßt werden muß, lehrt die Thatsache, daß es gerade die Pflanzen trockener Standorte sind, welche eine Austrocknung, ohne Schaden zu erleiden, überstehen. Bei systematisch nahestehenden Gattungen beobachten wir, daß die einen, die Pflanzen trockener Standorte, sehr widerstandsfähig sind, während die andern, die in der Natur auf feuchte Standorte angewiesen sind, ein starkes Austrocknen nicht ertragen. »Der Nutzen einer hohen Resistenz gegen Trockenheit beruht aber nicht allein darauf, daß die betreffenden Pflanzenspezies an Standorten sich erhalten können, die wegen häufig eintretenden Mangels an Feuchtigkeit für andere Organismen unbewohnbar werden; ein wesentlicher Vorteil für die bei der Austrocknung lebend bleibenden Zellen ruht vielmehr auch in dem Faktum, daß sie in diesem trockenen Zustande gegen anderweitige äußere Einflüsse, wie extreme Temperaturen etc. sich weit unempfindlicher zeigen als bei statthabender Turgeszenz.«

Winterthur. Dr. Robert Keller.

Theoretische Physik.

Die Wärmebewegungen gravitierender Moleküle.

Das Theorem, das hiermit besprochen werden soll, liegt seinem Wesen nach in dem paradoxen Satze, daß die Abnahme der Temperatur mit der Höhe eine Folge der Wirkung der Schwerkraft sei. Diese Idee hat eine so ungewöhnliche Tragweite, daß sie es wohl verdient, auf ihre Stichhaltigkeit aufs gewissenhafteste geprüft zu werden. Die Schriften, die dem vorliegenden Artikel als Ausgangspunkte gedient haben, sind folgende:

Schlemüller, W., k. k. Hauptmann des 36. L.-I.-R., ehem. Lehrer der Kadettenschule zu Prag, Der Zusammenhang zwischen Höhenunterschied, Temperatur und Druck in einer ruhenden, nicht bestrahlten Atmosphäre, sowie die Höhe der Atmosphäre. Bearbeitet auf Grund der dynamischen Gastheorie. H. Dominicus, Prag 1880. Preis fl. —. 30.

Schlemüller, W., Vier physikalische Abhandlungen. I. Die Prioritätsansprüche des Direktors und Professors in München Herrn Dr. Max von Bauernfeind bezüglich mehrerer Formeln meiner Abhandlung: Der Zusammenhang etc. H. Dominicus, Prag 1881. fl. —. 40.

Schlemüller, W., Grundzüge einer Theorie der kosmischen Atmosphären mit Berücksichtigung der irdischen Atmosphäre. Bearbeitet auf Grund der dynamischen Gastheorie. H. Dominicus, Prag 1885. 50 Seiten, 8^0.

Landenberger, Gotthold, Die Zunahme der Wärme mit der Tiefe ist eine Wirkung der Schwerkraft. Stuttgart, Cotta, 1883. 28 Seiten, 8^0.

Daß unser Prinzip nach dem Jahre 1880, d. h. nach Schlemüller in mehreren Schriften ausgesprochen worden ist, ist mir bekannt. Dafür aber, daß es vor dem Jahre 1880 ausgesprochen worden wäre, ist mir nur Ein Fall bewußt; es ist im Jahre 1872 (oder 1873) vor dem genialen Wiener Universitätsprofessor Loschmidt mündlich entwickelt worden. Ich glaube darum richtig vorzugehen, wenn ich das Prinzip kurz nach Schlemüller benenne, der es zuerst der Öffentlichkeit im Druck vorgelegt zu haben scheint. — Wie ich vermute, ist keine der oben namhaft gemachten Schriften vollkommen frei von Fehlern in der Spekulation. Da diese mutmaßlichen Fehler aber das Wesen des Gedankens nicht betreffen, so möge eine diesbezügliche Diskussion unterbleiben. Was das Äußere betrifft, so macht die Landenberger'sche Schrift einen problematischen Eindruck. Man verübelt es Descartes sehr, daß er Snellius, Cardanus, daß er Tartaglia als Quelle nicht genannt hat; und ich vermute auf Grund bestimmter Koinzidenzen sehr, daß L. wohl Grund gehabt hätte, Hauptmann Schlemüller zu nennen. L.'s Schrift ist bereits im Kosmos 1886 I, Heft 2 besprochen worden, und ich tadle, was dort getadelt worden ist, wenn ich auch in den Grundgedanken, dessen Ursprung ich aber bei Schlemüller vermute, mehr Vertrauen setze als der

Verfasser jenes Referates. Nach diesen Äußerungen ist es aber auch Pflicht, zu konstatieren, das L.'s Schrift an vielen Stellen nicht gemeinen Scharfsinn verrät und namentlich manchen Gedanken mit meisterhafter Kürze und Anschaulichkeit entwickelt.

Wir wollen nun zur Besprechung unseres Theorems übergehen und es genau im Sinne unserer beiden Autoren darstellen. Die Konsequenzen, welche darauf entwickelt werden sollen, sprechen allerdings weder Schlemüller noch Landenberger alle aus. Es ist aber Pflicht, wenn sie gut sind, wenn sie rätselhaftes beleuchten, das Verdienst dem Manne zuzuschreiben, der die Fackel angezündet hat; eben so natürlich ist es aber, daß für etwa verfehlte Folgerungen die Verantwortung lediglich den Berichterstatter trifft. Unter den Problemen, die durch das Schlemüller'sche Prinzip berührt werden, muß in erster Linie die Sonnenwärme, dieses alte Problem genannt werden, sodann die Wärme unserer Atmosphäre, endlich die Wärme des Erdinneren.

Wir müssen vorerst darüber im klaren sein, was das heißt »das Gas ist warm«. Ein Gas besteht bekanntlich aus überaus kleinen Molekülen, die in jedem cm^3 zu Millionen von Millionen im Raume, der ihnen kein Hindernis bietet, nach allen Seiten, nach oben und unten, nach rechts und links, steil und schräg, wie ebensoviele elastische Bälle umherfliegen, aber kaum daß sie eine kleine Strecke durchflogen haben, immer wieder mit anderen Bällen zusammenstoßen, um sofort wie Billardbälle wieder auseinander zu fahren, dergestalt, daß die Bahnen zu regellosen Zickzacklinien werden, welche jedes einzelne Molekül im allgemeinen innerhalb eines ziemlich engbegrenzten Raumes umherführen. Die verschiedenen Moleküle werden wohl sehr verschiedene Geschwindigkeiten haben; denn einerseits zeigt die Rechnung allerdings, daß infolge der zahllosen Zusammenstöße die Geschwindigkeiten sich immer mehr ausgleichen müssen; anderseits brauchte aber selbst in dem Falle, daß sämtliche Moleküle vollkommen gleiche Geschwindigkeiten haben, nur irgend ein Molekül von einem anderen zufällig gerade rechtwinklig zentral links in die Seite getroffen zu werden, und es wird, wie aus den einfachsten Stoßgesetzen folgt, das getroffene Molekül nach rechts abgelenkt mit einer Geschwindigkeit, die fast um die Hälfte größer ist als die ursprüngliche, während das treffende Molekül regungslos stehen bleibt und somit alle Geschwindigkeit verloren hat, wodurch also ganz bedeutende Ungleichheit der Geschwindigkeiten hervorgerufen ist. Schlemüller setzt bei allen Molekülen nahezu gleiche Geschwindigkeit voraus; die Entwickelungen werden unter dieser Voraussetzung allerdings durchsichtiger; Verf. bemerkt aber selbst, daß diese Einschränkung unwesentlich ist. Ein bestimmtes Gas zeigt nun eine um so höhere Temperatur, je schneller sich seine Moleküle im Durchschnitt bewegen. Genauer gesagt ist die Temperatur *proportional* der lebendigen Kraft, die im Durchschnitt ein Molekül besitzt (und nicht, wie L. wohl der Kürze wegen sagt, mit ihr *identisch*). Die Temperatur hat also mit der Dichte des Gases nichts zu thun, und wenn im Weltraume ein Gas vorhanden wäre und zwar in so hochgradiger Verdünnung, daß auf jede Kubikmeile nur einige Dutzend Moleküle kämen, dergestalt, daß ein dort befindliches Thermo-

meter vielleicht nur alle Jahre von einem Molekül getroffen würde, dieselben hätten aber durchschnittlich eine Geschwindigkeit von vielen tausend Metern, dann müßte man dem Wortlaute nach sagen, daß sich in diesem Raume ein Gas von der Temperatur von mehreren tausend Graden befinde. (Wir wollen nebenbei das physikalische Kuriosum konstatieren, daß in dieser enorm heißen Atmosphäre dennoch das Quecksilber des Thermometers gefrieren müßte; denn es würde durch Strahlung seinen Wärmevorrat verlieren und die spärlichen Molekularstöße des Gases wären nicht genügend, um deren Verlust entsprechend zu decken.) Wenn aber, um das andere Extrem zu nehmen, die Moleküle bewegungslos daliegen, dann enthalten sie gar keine Wärme, sie zeigen gar keine Temperatur, oder die Temperatur von absolut Null Graden; diese liegt aber 273^0 unter der Schmelztemperatur des Eises (würde also auf einem Celsiusthermometer als — 273^0 erscheinen). Aus diesen Erläuterungen ist klar, daß ein einzelnes Molekül keine Temperatur »haben« kann, wohl aber läßt sich sagen, daß ein bestimmtes Molekül eine bestimmte Temperatur »repräsentiere«. Der Ausdruck »dieses Molekül repräsentiert die Temperatur von 15^0 C.« will sagen, daß ein Gas (von der Art, welcher das Molekül angehört, z. B. Sauerstoff) die Temperatur von 15^0 C. zeigen würde, wenn jedes Molekül in ihm dieselbe Geschwindigkeit hätte, welche das inredestehende Molekül besitzt.

Denken wir uns nun, die Erde hätte gar keine Atmosphäre, und irgend ein Genius überlasse in der Höhe von 10 km ein Molekül irgend eines Gases der Wirkung der Schwerkraft. Dasselbe wird offenbar lotrecht nach unten fallen und im Sinken eine immer größere und größere Geschwindigkeit gewinnen, oder (da die lebendige Kraft durch den mathematischen Ausdruck $\frac{m v^2}{2}$ gegeben ist, wobei v die Geschwindigkeit bedeutet) an lebendiger Kraft immer mehr und mehr zunehmen. Mag das Molekül sich um einen Meter oder um einen Millimeter oder um den billionsten Teil eines Millimeters gesenkt haben, an lebendiger Kraft hat es unbedingt gewonnen. Nun lehrt die Mechanik einen wunderbaren Satz, den man das Fundament der modernen Mechanik nennen könnte. Wenn nämlich das Molekül beim freien Falle aus dem Niveau a in das tiefere Niveau b (und es ist gleichgültig, ob letzteres um einen km oder um einen milliontel Millimeter tiefer liegt als ersteres) die lebendige Kraft n gewinnt, dann mag man das Molekül irgendwo im Weltraume mit der Geschwindigkeit einer Kanonenkugel oder mit der Geschwindigkeit des Lichtes abschießen, seine Bahn mag noch so gerade oder noch so gekrümmt sein, sie mag noch so steil oder noch so schräg verlaufen, sie mag aufsteigen oder niedersteigen, so kann das Molekül unmöglich die beiden Niveaus a und b passieren, ohne daß im Niveau b seine lebendige Kraft um n größer wäre als im Niveau a. (Um allen Mißverständnissen vorzubeugen, sei hier bemerkt, daß bei der Erde die mechanischen Niveaus, die sog. Niveauflächen, nicht Kugelflächen sind, deren Zentrum der Erdmittelpunkt ist, wie dies bei den geometrischen Niveauflächen der Fall ist, sondern daß erstere am Äquator etwas weiter vom Erdmittelpunkt abstehen als an den Polen.) Wenden wir diesen Satz auf die

Atmosphäre der Erde an, von der wir voraussetzen wollen, daß sie nur aus Einem Gase, etwa aus Sauerstoff bestehe. Jedes Molekül der Atmosphäre bewegt sich in irgend einer Richtung. In den seltensten Fällen ist dies die absolut Horizontale; fast immer ist sie eine entweder aufsteigende oder niedersteigende, wobei sie bald steiler bald schräger streichen, jedenfalls aber entweder in ein höheres oder aber in ein niedereres Niveau führen wird. Obiges Gesetz sagt nun, daß ein beliebiges Molekül in der Zeit von einem Zusammenstoß zum anderen unmöglich in ein höheres oder tieferes Niveau gelangen kann, ohne an lebendiger Kraft genau so viel zu gewinnen oder zu verlieren, als dieser Niveaudifferenz ein für allemal entspricht. Mit anderen Worten heißt das aber, daß das Molekül gelegentlich jedes Zusammenstoßes, der in einem höheren Niveau erfolgt als der vorhergehende, eine niederere Temperatur repräsentiert, als diejenige war, die es unmittelbar nach dem letzten repräsentierte.

Der Leser wird bemerkt haben, daß der Ausdruck »repräsentierte Temperatur«, obwohl er selbst die sehr weitgehende Verkürzung eines längeren Satzes ist, immer noch kompliziert genug ist, um dem Schreiber den Satzbau, dem Leser aber das Verständnis des Satzes wesentlich zu erschweren. Wir wollen daher der Korrektheit Gewalt anthun und ein Molekül direkt »kalt« nennen, wenn es sich so langsam bewegt, daß wir das Gas von der Art des Moleküles (z. B. Sauerstoff) kalt nennen müßten, wenn seine Moleküle im Durchschnitt dieselbe geringe Geschwindigkeit wie unser Molekül besäßen; und im ähnlichen Sinne wollen wir ein schneller fliegendes Molekül geradeaus »wärmer« nennen, obwohl es offenbar ebenso falsch ist, ein Molekül kalt oder warm zu nennen, wie es falsch wäre, einen Mann »dicht« zu nennen, weil er sich in einem dichten Gedränge befindet. Wir wollen nunmehr fortfahren. Wenn unter warme (schnelle) Moleküle kalte (langsame) Moleküle eindringen, so wird sich offenbar bald eine Mitteltemperatur herstellen, d. h. die heimischen Moleküle erleiden eine kleine Abkühlung (Verzögerung), die Gäste erleiden eine kleine Erwärmung (Beschleunigung), und bald ist die mittlere Geschwindigkeit des Gemenges kleiner als die der Heimischen, aber größer als die der Gäste vor dem Einbrechen, wie ja auch eine Schale warmes Wasser (in dem die Moleküle schnell schwingen) durch einen Fingerhut kaltes Wasser (mit langsameren Molekülen) auf eine Mitteltemperatur gebracht wird. Ganz dasselbe können wir aber auch sagen, wenn unter kalte Moleküle warme Gäste eindringen: die Heimischen werden abgekühlt, die Gäste erwärmt, und das Resultat ist eine Mitteltemperatur. Es ist nun leicht zu sagen, wann keinerlei Temperaturschwankung eintreten wird, d. h. wann weder die Heimischen noch die eingedrungenen Gäste ihre Temperatur, d. h. ihre mittlere Geschwindigkeit ändern. Offenbar ist dies dann der Fall, wenn beide dieselbe Temperatur, d. h. dieselbe mittlere Geschwindigkeit besitzen. Diese Sätze, die so einfach sind, daß es fast kindisch erscheint, sie überhaupt zu erwähnen, wollen wir auf unsere irdische Atmosphäre anwenden, und wir werden sofort ein Resultat erhalten, das so ungewöhnlich, so paradox klingt, daß wir unwillkürlich befürchten werden, unsere Prämissen müssen dennoch falsch sein. Setzen wir nämlich voraus, daß unsere irdische

Atmosphäre in allen Höhen von der Fußschicht bis zur obersten Grenzschicht dieselbe Temperatur von + 15° besitze, und damit die Erdoberfläche nicht störend eingreife, soll dieselbe ebenfalls die Temperatur von + 15° C. haben. Wenn wir auch noch voraussetzen, daß Wärmestrahlung nicht stattfindet, dann wird wohl jedermann es als unzweifelhaft ansehen, daß keinerlei Wärmeströmung stattfinden kann, weil nirgends ein wärmerer Körper an einen kälteren grenzt. Dennoch werden wir sogleich einsehen, daß diese Meinung eine irrige ist, und wir erleichtern unserer Phantasie wesentlich die Arbeit, wenn wir die Atmosphäre uns nicht so dicht vorstellen, daß die Moleküle nur Wege von Millionteln von Millimetern ungestört durchfliegen, sondern so dünn, daß die Wege etwa nach ganzen Millimetern oder nach Centimetern gemessen werden können.

Fassen wir nun zwei benachbarte, untereinander liegende Luftschichten ins Auge. Da die Moleküle der unteren Schicht nach allen Seiten fliegen, so werden auch viele mehr oder weniger steil aufsteigend in die obere Schicht gelangen. Nun kommt der entscheidende Schritt. Obwohl die beiden Schichten als gleich warm vorausgesetzt waren, so werden doch die aufsteigenden Moleküle, sobald sie in die obere Schicht gelangen, infolge der Anziehungskraft der Erde von ihrer Geschwindigkeit und somit auch von ihrer repräsentierten Temperatur verloren haben, und zwar um so mehr, in ein je höheres Niveau sie gelangt sind. Sie erscheinen also in der oberen Schicht nicht als gleich warme, sondern als kältere Moleküle und wirken darum dort abkühlend. Anderseits werden Moleküle der oberen Schicht auch in ihrem Fluge in die untere Schicht gelangen. Diese werden aber umgekehrt im Niedersteigen infolge der Schwere Geschwindigkeit gewinnen und der Senkung proportional wärmer werden. Sie werden also in der unteren Schicht nicht als gleich warme, sondern als wärmere Moleküle, d. h. sie werden erwärmend wirken. Wenn aber infolge der Molekularbewegungen die benachbarten Schichten nicht gleich warm bleiben, sondern die obere Schicht kühler, die untere aber wärmer wird, so können wir bildlich den Ausdruck brauchen, daß die Wärme infolge der Gravitation nach unten strömt oder sich senkt, etwa wie suspendierte Teilchen im Wasser zu Boden sinken. Es entsteht nun die Frage, wie die Wärme in der Luft verteilt sein muß, damit keine Wärmeströmung entstehe. Offenbar so, daß jedes Molekül, wenn es in ein höheres Niveau gelangt, dort genau dieselbe Temperatur vorfindet, die es selber dort repräsentiert oder hat. Da aber die Temperatur aufsteigender Moleküle genau in demselben Verhältnisse abnimmt wie die Temperatur eines in luftleerem Raume lotrecht nach oben geworfenen Moleküls, so können wir jetzt den wichtigen Satz aussprechen: Wenn die Temperatur einer Sauerstoffatmosphäre in der Fußschicht die Temperatur von + 15° C. besitzt, und es soll in der Atmosphäre keine Wärmeströmung stattfinden, dann muß die Temperatur in jeder Höhe so hoch sein, wie an derselben Stelle die Temperatur eines Sauerstoffmoleküles, das an der Erdoberfläche mit der Geschwindigkeit des 15° C. warmen Sauerstoffes senkrecht emporgeschleudert wird. Wenn wir annehmen wollten (was aber den wahren Werten keineswegs entspricht), daß die repräsentierte

Temperatur eines aufsteigenden Moleküles mit je 100 m um 1^0 C. fällt, und wenn wir bedenken, daß $+15^0$ C eigentlich $+288^0$ absolute Temperatur bedeutet, dann müßte die Temperatur der Atmosphäre in einer Höhe von 28 800 m gleich Null sein, d. h. ihre Moleküle müßten dort ruhen. Dies müßte zugleich die obere Grenze der Atmosphäre sein, weil ruhende Moleküle ja doch nicht gegen die Schwerkraft noch höher steigen können. Zugleich sehen wir, daß die Wärme in der Atmosphäre in unserem Beispiele nur dann im Gleichgewichte ist, wenn die Temperatur mit je 100 m Höhe um 1^0 C. abnimmt, weil unser aufsteigendes Molekül diese Abnahme zeigt. — Was wird aber geschehen, wenn die Wärmeabnahme thatsächlich nicht diesem Gesetze entspricht, sondern schneller oder langsamer erfolgt, d. h. wenn die oberen Schichten kälter oder wärmer sind, als unser Gesetz es verlangt? Im ersteren Falle werden die in ein höheres Niveau aufsteigenden Moleküle, obwohl sie durch den Niveauwechsel kühler geworden sind, dort dennoch noch kühlere Luft finden, also erwärmend wirken, d. h. es findet dann Wärmeströmung von unten nach oben statt, wodurch die unteren Schichten etwas abgekühlt, die oberen etwas erwärmt werden; und zwar dauert diese Strömung so lange, bis das Gefälle der Temperatur nach oben schließlich wieder so klein ist, wie es unser Gesetz erfordert. Wenn hingegen das Gefälle der Temperatur nach oben oder, was dasselbe bedeutet, die Steigerung der Temperatur nach unten zu kleiner ist, als unser Gesetz es mit sich bringt, dann finden bei den Molekularbewegungen die aufsteigenden Moleküle eine zu hohe Temperatur vor, sie wirken daher dort abkühlend; die niedersteigenden Moleküle finden hingegen in dem unteren Niveau eine zu niedere Temperatur (da ja nur bei dem stärkeren Temperaturgefälle, welches unser Gesetz verlangt, die auf- und absteigenden Moleküle in jedem Niveau die adäquate Temperatur vorfinden) und wirken also dort erwärmend. Es erfolgt also eine Wärmeströmung von oben nach unten, trotzdem daß die unteren Schichten wärmer sind als die oberen (nur ist die Temperatursteigerung nach unten wie gesagt kleiner, als das Gesetz verlangt); es strömt Wärme aus dem kälteren Körper in den wärmeren über und dies schlägt scheinbar allen Gesetzen der Physik ins Gesicht. Durch diese Strömung werden die oberen Schichten immer kühler, die unteren immer wärmer, und sie dauert so lange, bis die Steigerung der Temperatur so groß geworden ist, wie es das Gesetz verlangt.

Wir wollen unser Gesetz noch einmal aussprechen. Nachdem die Geschwindigkeiten in den verschiedenen Niveaus der Bahn eines vom Gipfel fallenden Moleküles sich genau so verteilen wie in der Bahn eines zum Gipfel steigenden Moleküls, so können wir das Gesetz so aussprechen: Wenn in einer der Gravitation unterworfenen endlichen Atmosphäre von einem bestimmten Gase die Wärme sich im Gleichgewicht befindet, dann hat die obere Grenze immer die Temperatur gleich absolut Null. Die Temperatur wechselt mit der Tiefe, und zwar herrscht in jedem Niveau diejenige Temperatur, welche ein von der oberen Grenze im luftleeren Raume fallendes Molekül in demselben Niveau vermöge seiner momentanen Geschwindigkeit repräsentieren würde.

Wenn die Steigerung eine stärkere ist, dann strömt so lange Wärme von unten nach oben (also aus wärmeren Teilen in kühlere), bis die normale Steigerung hergestellt ist; wenn hingegen die Steigerung eine geringere ist, dann strömt so lange Wärme von oben nach unten (also aus kälteren Teilen in wärmere), bis die Steigerung wieder normal ist.

Unser Gesetz hat eine ganze Reihe der auffallendsten Konsequenzen. Die auffallendste ist jedenfalls die paradoxe Wärmeströmung aus kühleren Stellen nach wärmeren. Warum hat man diese Strömung (meines Wissens) nicht schon längst in die Physik eingeführt? Aus dem einfachen Grunde, weil man (meines Wissens) das Problem der Wärmebewegung unter dem Einflusse der Gravitation noch nicht in Rechnung gezogen hat, weil keine Ursache hierzu vorgelegen hat. — Eine zweite Konsequenz ist die, daß die Höhe der Atmosphäre direkt aus der Temperatur der Fußschicht berechnet werden kann, wie wir es ja auch schematisch gethan haben. Daraus folgt aber der abermals paradoxe Satz:

Die Höhe der Atmosphäre ist von ihrer Dichte, also von der Menge des Gases unabhängig.

Wenn also unsere heutige Atmosphäre eine Höhe von 10 Meilen hat, so würde sie diese Höhe auch dann haben, wenn die Hälfte der Luft verschwände oder wenn umgekehrt ihre Menge verdoppelt würde. Wenn aber die Fußschicht um einen ganzen Grad C. erwärmt würde, dann würde, sobald das Wärmegleichgewicht sich hergestellt hat, die Atmosphäre um 100 m höher. Im allgemeinen müßte die Höhe der Atmosphäre um so viel hundert Meter steigen oder fallen, um wie viel ganze Grade die Fußschicht erwärmt oder abgekühlt wird. — Eine dritte Konsequenz ist die folgende. Die Theorie des freien Falles lehrt, daß die Temperaturzunahme per 100 m, die wir bei unserem Standard-Molekül der Einfachheit wegen gleich 1^0 C. angenommen haben, 2, 3, 4 . . . n-mal größer würde, wenn die Anziehung der Erde 2, 3, 4 . . . n-mal größer wäre. Wenn also zwei Planeten gleich hohe Atmosphären besäßen, aber die Schwerkraft wäre auf dem einen Körper doppelt so stark als auf dem anderen und der eine hätte eine Oberflächentemperatur von 0^0 C., dann hätte die Luft auf der Oberfläche des anderen Himmelskörpers die Temperatur von $+ 273^0$ C., die alles Leben tötet und manches Metall schmilzt. Wenn aber umgekehrt die Oberflächentemperatur bei beiden gleich wäre, dann hätte die Atmosphäre des einen Körpers nur die halbe Höhe, wenn auch die Luftmasse bei ihm vielmal größer wäre als bei jenem. — Der Gedanke, daß bei gleicher Bodentemperatur die doppelte Luftmenge eine Atmosphäre von derselben Höhe liefert wie die einfache Luftmenge, läßt sich etwa so versinnlichen, daß man denkt, daß in ersterem Falle der Planet zwei Atmosphären besitzt, von denen jede sich selbst im Gleichgewicht hält.

Wir haben bis jetzt immer von einer endlichen Atmosphäre, d. h. von einer solchen, die von einer beschränkten Menge Luft gebildet wird, gesprochen. Betrachten wir nun den Fall, daß eine Atmosphäre eines bestimmten Gases den ganzen Weltraum gleichmäßig erfüllt. Wir werden wohl vernünftig vorgehen, wenn wir uns diese Luft überaus verdünnt

denken, dergestalt daß vielleicht auf mehrere Kubikmillimeter oder selbst auf mehrere Kubikmeter erst ein Gasmolekül entfällt. Diese Moleküle sollen, wenn man will, nicht absolut ruhen, sondern eine Bewegung besitzen, d. h. das Gas soll nicht absolut kalt sein, sondern eine gewisse Temperatur haben, also Wärme enthalten. Für unsere Entwickelung ist dies gleichgültig; das Resultat wird aber auffallender, wenn wir möglichst geringe Temperatur voraussetzen. In dieses unendliche Medium wollen wir einen einzigen Zentralkörper setzen, den wir Sonne nennen wollen und der die Gasmoleküle nach dem bekannten Gesetze der Gravitation, d. h. in 2, 3, 4 . . . n-mal größerer Entfernung 4, 9, 16 . . . n^2-mal schwächer anzieht. Dann ist unserem Theoreme nach das Wärmegleichgewicht sofort gestört; die Wärme strömt dem Zentralkörper zu, und zwar wird erst dann wieder Wärmegleichgewicht herrschen, wenn die Atmosphäre in jeder Entfernung von der Sonne gerade die Temperatur zeigt, die ein von der Grenze gegen die Sonne fallendes Molekül desselben Gases im Falle in derselben Entfernung von der Sonne zeigen würde. Wo ist aber die Grenze einer Atmosphäre, die als unendlich angenommen worden ist? Logischerweise existiert sie allerdings gar nirgends; es ist aber bekannt, daß die Mathematik sich oft zu der Fiktion gezwungen sieht, die Grenze eines unbegrenzten Volumens als existierend, aber in unendlicher Entfernung liegend, anzunehmen. Wird aber ein aus unendlicher Entfernung gegen die Sonne fallendes Molekül nicht bald eine unendlich große Geschwindigkeit zeigen, also unendlich hohe Temperatur repräsentieren, nachdem doch seine Geschwindigkeit mit jedem Augenblicke wächst? Glücklicherweise kann die Mathematik auf diese Frage sehr bestimmt antworten. Die Antwort lautet, daß das Molekül nie unendliche Geschwindigkeit erreichen wird; daß die Temperatur aber, die es in dem Momente repräsentiert, da es die Sonnenoberfläche erreicht, allerdings 2, 3, 4 . . . n-mal größer sein wird, wenn die Masse der Sonne 2, 3, 4 . . . n-mal größer ist; daß endlich in 2, 3, 4 . . . n- mal größerer Entfernung vom Sonnenzentrum die Temperatur der Atmosphäre 2, 3, 4 . . . n- mal niederer sein wird, daß sie also im umgekehrten Verhältnisse der Entfernung abnimmt. Daraus folgt denn, daß selbst in noch so großer Entfernung die Temperatur nicht gleich absolut Null sein kann, selbst wenn sie es ursprünglich gewesen sein sollte. Daß dabei die Temperatur dieselbe ist, mag das ursprüngliche Medium noch so dünn oder noch so dicht gewesen sein, ist bereits erwähnt worden. Es ist leicht einzusehen, daß die Sonne, wenn sie sehr groß ist, um sich eine Temperatur von vielen tausend Graden schafft, also hierdurch in Weißglühhitze versetzt oder geschmolzen oder verdampft wird oder sich in eine Wolke oder Dampf auflöst. Dieser Dampf (wir wollen voraussetzen, daß die Sonne nur aus einem einzigen Elemente besteht) wird sich natürlich durch Diffusion ausbreiten: er kann aber nicht weiter vom Zentrum hinaus diffundieren, als bis er in eine Entfernung gelangt, wo die Temperatur nicht mehr genügt, ihn in derselben Dichte in Gasform zu erhalten, und wo er teilweise, wie der Wasserdampf unserer irdischen Meere in kälteren Luftregionen, kondensiert und vielleicht in Wolken verwandelt wird, und wo diese sich viel-

leicht zu Flüssigkeitstropfen kondensieren, die wieder dem Zentrum zufallen. Mag dies nun sich wie immer verhalten, so können wir doch jedensfalls voraussetzen, daß die Sonne Wärme ausstrahlt, also sich abkühlt. Es läßt sich nun leicht zeigen, daß hieraus ein ewiger Kreislauf der Wärme resultieren muß. Wir können nämlich nicht gut voraussetzen, daß die ausgestrahlte Wärme absolut nicht vom Medium absorbiert wird und in alle Ewigkeit als Ätherschwingung in immer weitere Entfernungen dahinschwingt; wir werden vielmehr voraussetzen dürfen, daß die entferntere Atmosphäre endlich die Wärmestrahlen dennoch absorbiert. Die entfernteren Atmosphärenregionen werden also wohl durch die strahlende Wärme der Sonne erwärmt. Anderseits ist es aber klar, daß an der abgekühlten Sonne auch die anliegenden Atmosphärenschichten sich abkühlen werden. Dann entspricht aber die Steigerung der Wärme gegen das Zentrum zu nicht mehr der Gleichgewichtsbedingung, sie ist zu gering, und es wird jene wunderbare Strömung (Leitung) der Wärme aus den kälteren entfernten und entferntesten Regionen nach dem Zentrum zu erfolgen, bis daselbst die Normaltemperatur wieder hergestellt ist. Da aber die Strahlung und mit ihr die zentrale Abkühlung einerseits, die Erwärmung der peripherischen Regionen durch Absorption der Wärmestrahlen anderseits ewig dauert, Wärme aber nicht verschwinden kann, so wird offenbar der Kreislauf der Wärme ewig dauern, d. h. die Sonne wird ewig Wärme ausstrahlen und die Atmosphäre wird ewig wieder Wärme zuleiten. Je dichter die Atmosphäre ist, um so schneller vermag sie Wärme zu leiten, um so schneller wird jederzeit der Verlust gedeckt und um so näher bleibt die effektive Sonnentemperatur der theoretischen Normaltemperatur. Wir haben hier also vor uns ein gewissermaßen ähnliches Perpetuum mobile, wie es der Lauf der Planeten ist: ewig entfernen die Planeten sich infolge ihrer Trägheit von der Sonne; ewig fallen sie aber um genau dasselbe Maß wieder in jedem Momente infolge der Gravitation der Sonne zu, und so bleibt theoretisch ihre mittlere Entfernung von der Sonne dieselbe.

Der Leser wird vielleicht schon lange im stillen fragen, ob es denn kein Gesetz gibt, das auch die Dichte der Atmosphäre und den Druck in den verschiedenen Niveaus angibt. Ich will über dasselbe schweigen. Schlemüller bietet allerdings hiefür auch Formeln. Ich selbst habe die betreffenden Formeln ebenfalls entwickelt; sie stimmen aber in den Exponenten nicht mit den Schlemüller'schen und ich vermute, daß Schlemüller schon in der Basis der Rechnungen aus einem ganz richtigen Gedanken nicht richtige Folgerungen zieht. Diese Meinungsverschiedenheit zweier passionierter Rechner kann aber dem Leser dieser Zeilen wohl gleichgültig sein, und so mag die Frage unerörtert bleiben.

Versuchen wir nun unser Theorem auf das wirkliche und nicht auf ein fiktives Sonnensystem anzuwenden. Denken wir uns im Weltraume regellos verstreut Moleküle von allen möglichen Elementen, denken wir uns dieselben ruhend und mittels Gravitation aufeinander wirkend. Da die Gravitationsanziehung durch die Nähe an Intensität sehr stark gewinnt, so ist jedes Molekül vorwiegend durch seine nächsten Nachbarn beeinflußt. Da diese aber unregelmäßig verstreut und der Zahl

nach nicht unendlich viele sind, so wird wohl auch nie die Resultante der vielen Anziehungen gerade Null sein, d. h. jedes Molekül wird durch eine wenn auch sehr kleine Resultante thatsächlich in Bewegung gesetzt; d. h. aber nichts anderes, als daß die Atmosphäre unbedingt irgend eine wenn auch noch so geringe Temperatur zeigen wird. In diesem ursprünglich vielleicht homogenen Medium sollen sich Stellen größerer Verdichtung zeigen, welche dann natürlich sofort als Gravitationszentren wirken werden. Dann lehrt die Mathematik folgendes. Der Weltraum wird in Reviere zerfallen, deren jedes eine Verdichtung erhält, etwa wie das Innere einer Granate in Körner zerfällt, deren jedes einen Kern enthält. In den Berührungsflächen der Reviere (die den Berührungsflächen der Granatkörner entsprechen) findet keine Gravitation statt, und ein dort befindlicher Körper kann dort in Ewigkeit liegen, ohne daß er in Bewegung geriete. An jedem anderen Punkte aber unterliegt der Körper der Wirkung einer Schwerkraft, die ihn nach dem Zentrum des Revieres treibt, in dem er eben liegt. Ein Molekül, das man hart an der Grenze eines Revieres fallen läßt, fällt mit beschleunigter Geschwindigkeit, und zwar beschleunigt sich die Geschwindigkeit immer noch, wenn das Molekül auch schon tief in das Innere des Verdichtungsballes des Revieres eingedrungen ist; sie beschleunigt sich, bis das Molekül im Zentrum, d. h. in einem gewissen mathematischen Punkte, dem Gravitationszentrum angekommen ist. Daraus folgt aber nach dem Schlemüller'schen Prinzipe, daß es nirgends eine absolut kalte Stelle im Raume geben kann und daß in jedem Reviere die Temperatur von der Grenze bis zum Gravitationszentrum fort und fort wächst. Die Mathematik lehrt auch folgenden interessanten Satz: Das fallende Molekül kommt im Zentrum mit um so größerer Geschwindigkeit an, je mehr sich die Materie um das Zentrum konzentriert hat, auch wenn die Menge der Materie, die im Reviere ursprünglich vorhanden war, ganz unverändert bleibt. Daraus folgt aber, falls wir der Einfachheit wegen den Mittelpunkt der Sonne als das alte Gravitationszentrum unseres Weltraumreviers ansehen wollen, daß auf der Sonne heute, wo ihre Masse (mit Abrechnung der relativ verschwindend kleinen Planeten) auf einen so kleinen Raum zusammengedrängt ist, theoretisch eine höhere Temperatur herrschen muß als vor Zeiten, als dieselbe Materie in einen ungeheuren Dampfball aufgelöst war. — Es ist klar, daß sich nunmehr der oben besprochene Kreislauf der Wärme herstellen muß. Aus den Sonnen strahlt die Wärme in den Weltraum und dieselbe wird in den kälteren um die neutralen Reviergrenzen liegenden Regionen, mag das nun noch im eigenen oder mag das bereits in einem fremden Reviere geschehen, absorbiert, und die Dämpfe daselbst gewinnen Wärme. Durch diese Abkühlung im Zentrum und Erwärmung an den Grenzen wird aber die normale Temperatursteigerung gegen das Zentrum gestört, sie wird vermindert, und es beginnt das paradoxe zentripetale Strömen der Wärme aus den kühleren Grenzregionen nach den wärmeren Zentralteilen. Nach dieser Auffassung kann eine effektive Abkühlung der Sonne oder des Sonnensystemes nur dann füglich erfolgen, wenn die Sonnenatmosphäre nicht mehr bis an die Grenze des Gravitationsrevieres reicht, weil wir uns dann das Standard-

Molekül nicht mehr von der Gravitationsgrenze, sondern von der tiefer liegenden Atmosphärengrenze fallend denken müssen, in welchem Falle es natürlich im Zentrum anlangend eine niederere Temperatur repräsentieren wird, als wenn es aus der ferneren Reviergrenze gefallen wäre. Dazu kann dann noch kommen, daß ein Teil der Sonnenwärme bis über die Grenzen unseres Revieres hinausstrahlt, also für unser System verloren geht, ohne daß unser System zur Kompenstion genügende strahlende Wärme aus den Nachbarrevieren bekäme. (Es ist klar, daß wahrscheinlich ein sehr großer Teil der vorhandenen lebendigen Kraft gar nicht in der Materie, sondern in den Licht- und Wärmewellen aufgespeichert ist, die eben im Weltraume unterwegs sind. Der Äther scheint ein ungeheures Kraftreservoir zu sein, und es mag sein, daß der in ihm versunkene Teil der lebendigen Kraft um so größer wird, auf ein je kleineres Volumen die kosmischen Nebel sich zusammenziehen, weil dann jede einzelne Welle um so länger im Äther dahineilend fortdauern kann, ohne durch ein Hindernis absorbiert zu werden.)

Wenden wir das Schlemüller'sche Prinzip endlich auf die feste Erdkugel selbst an. Soweit es sich um Wärmeleitung handelt, liegt der Unterschied zwischen Gasen und Nicht-Gasen (festen und flüssigen Körpern) wohl in erster Linie darin, daß bei letzteren die Moleküle ungleich näher beisammen liegen als bei ersteren. Wenn man nun unser Prinzip auf große Massen von warmen Flüssigkeiten und festen Körpern anwendet (Schlemüller selber thut das nicht), dann findet man durch Schlüsse, die hier übersprungen werden sollen, daß auch hier die Temperatur mit der Tiefe wachsen muß, aber unverhältnismäßig langsamer als bei einer Atmosphäre, bei der man den Durchmesser der Moleküle im Verhältnisse zur mittleren Weglänge derselben verschwindend klein annehmen kann. Es läßt sich nun zeigen, daß infolge unseres Prinzips die Erdkugel als ungeheurer Wärmekondensator wirken muß. Setzen wir nämlich voraus, daß die Erdoberfläche durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen konstant auf der Temperatur von 15^0 C. erhalten werde, während das Erdinnere ursprünglich vollkommen kalt sein soll. Daß dann die Wärme von der wärmeren Oberfläche nach dem kälteren Inneren fließen wird, ist wohl nicht auffallend. Aber im Sinne des Schlemüller'schen Prinzipes wird diese Strömung der Wärme nach unten auch dann noch fortdauern, wenn das Innere längst schon wärmer ist als 15^0 C.; sie dauert so lange fort, und so lange muß die Sonne immer wieder neue Wärme spenden, um die Oberfläche auf $+ 15^0$ C. zu erhalten, bis die Steigerung der Temperatur nach unten so groß geworden ist, wie es das Schlemüller'sche Prinzip erfordert. — Besonders auffallend ist die Folgerung, daß die Erde einen großen Teil der derart aufgesaugten und aufgespeicherten Wärme gar nicht mehr abgäbe, wenngleich durch Verlöschen der Sonne die Erdoberfläche auf absolut Null abgekühlt würde. Sobald nämlich die Temperatursteigerung von der Oberfläche nach unten nicht größer ist, als es das Schlemüller'sche Gesetz fordert, kann auch keine Wärmeströmung (Wärmeleitung) nach oben stattfinden. Das Gravitationszentrum könnte seine Wärme allenfalls durch Strahlung verlieren; aus dem Erdinneren kann aber doch keine Strahlung stattfinden.

Wir wollen diese kurzen Andeutungen über die Tragweite des Schlemüller'schen Prinzipes nicht fortsetzen, da sie wohl genug sagen. Wir wollen noch ein kleines mechanisches Bild betrachten, welches uns hilft, von dem Prinzipe den lästigen Schein des Unglaublichen abzustreifen. Denken wir uns, daß jemand aus der Höhe von 10 m auf eine horizontale feste Platte einen kleinen, vollkommen elastischen Ball fallen läßt. Dann wird dieser mit stetig wachsender Geschwindigkeit lotrecht nach unten fallen, dort abprallen, mit stetig abnehmender Geschwindigkeit wieder lotrecht emporsteigen und schließlich am Ursprungsorte wieder auf einen Moment ruhen, um genau denselben Prozeß ohne Ende zu wiederholen. Es ist wichtig, zu bemerken, daß der Ball, sei es im Aufstieg, sei es im Abstiege, in derselben Höhe immer genau dieselbe Geschwindigkeit zeigt. Nun wollen wir genau an derselben Stelle in derselben Höhe wie zuerst noch einen zweiten Ball fallen lassen, während der erste bereits aufsteigt. Beide Bälle werden dann irgendwo einander begegnen; da sie aber, wie oben bemerkt worden, in derselben Höhe auch dieselbe Geschwindigkeit besitzen, so werden sie aneinander abprallen und beide mit derselben gemeinschaftlichen Geschwindigkeit, mit der sie zusammengestoßen sind, auch wieder auseinander fahren. Da aber beide Bälle als gleich vorausgesetzt worden sind, so wird dies auf das Auge den Eindruck machen, als wenn die beiden Bälle durcheinander hindurch geflogen wären. Wenn wir nicht zwei, sondern viele Bälle in dieser Art an derselben Stelle fallen lassen, dann wird schließlich jeder einzelne Ball nur innerhalb einer kurzen Strecke wie ein Pendel auf- und abschwingend abwechselnd oben und unten mit seinem Nachbarn carambolieren. Die tieferen Bälle haben dann eine viel größere mittlere Geschwindigkeit als die höheren. Dennoch wird keiner seinem langsameren oberen Nachbar etwas von seinem Überschusse mitteilen, noch von seinem schnelleren unteren Nachbar etwas von dessen Überschusse übernehmen können. Denn wenn zwei Bälle aneinander prallen, hat in diesem Momente der von oben kommende, der Schwerkraft folgende Ball seinen tiefsten Stand und folglich seine Maximalgeschwindigkeit, während der von unten kommende, gegen die Schwerkraft aufsteigende Ball gleichzeitig seinen höchsten Stand und somit seine Minimalgeschwindigkeit besitzt. Die Maximalgeschwindigkeit des oberen und die Minimalgeschwindigkeit des unteren Balles sind aber gleiche, und so kann kein Ball dem anderen Geschwindigkeit geben oder nehmen; im Momente des Zusammenstoßes sind die Geschwindigkeiten gleich. Wenn wir uns nun vor Augen halten, daß die Temperatur eines Gases von dessen Molekulargeschwindigkeit abhängt, so sehen wir in unserer Ballreihe eine klare Illustration des Schlemüller'schen Prinzipes.

Landenberger scheint vorauszusetzen, daß sowohl die irdische Atmosphäre als auch die Meere und der solide Erdball wirklich diejenigen Temperaturverhältnisse zeigen werden, welche durch unser Prinzip gefordert werden. Diese Annahme wäre wohl eine verfehlte. Die Temperaturdifferenzeen, die sich für einen Meter Höhendifferenz in den einzelnen Fällen ergeben, sind so gering und die daraus berechenbare Geschwindigkeit der Wärmeleitung so ausgesprochen klein gegenüber den gewaltigen er-

wärmenden und abkühlenden Faktoren der Natur, als da sind die Insolation, die Wärmestrahlung, chemische Umsetzungen, Verwerfungen der Massen der Atmosphäre sowohl als der Meere durch Stürme und Strömungen, daß wir kaum Grund haben vorauszusetzen, daß das Schlemüller'sche Prinzip im allgemeinen heute irgend eine bedeutende Modifikation der irdischen Verhältnisse verursachen wird. Wer je experimentell über Wärme gearbeitet hat, der weiß, welche unglaublichen Vorsichtsmaßregeln man anwenden, wie sorgfältig man die geringste Störung abhalten muß, wenn man irgend ein von der Theorie gefordertes Gesetz nur halbwegs gut zur realen Darstellung bringen will, und der wird angesichts der ungeheuren Insolation etc. das Schlemüller'sche Gesetz heute auf Erden nur in sehr wenig Fällen suchen. Zur klaren Geltung kann es, wie Schlemüller selbst ganz bestimmt und bewußt ausspricht, nur dann einst kommen, wenn die Sonne erloschen sein wird. Die volle große Bedeutung des Schlemüller'schen Prinzipes offenbart sich, wie ich glaube, heute in erster Linie in der Theorie der Sonnenwärme (und zwar, wie ich vermute, auch dann, wenn man die Siemens'sche Theorie festhält); ein Theorem aber, das dieses Phänomen erklären hilft, verdient mit offenen Armen aufgenommen zu werden.

Ödenburg. K. Fuchs.

Litteratur und Kritik.

Herbert Spencer: Die Prinzipien der Psychologie. Autorisierte deutsche Ausgabe, nach der dritten englischen Ausgabe übersetzt von Prof. Dr. B. Vetter. Zwei Bände. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch), 1882 und 1886. XIV, 674 und VIII, 730 S. 8°.

Bei der Bedeutung, welche Herbert Spencer für die Ausbildung der Philosophie unserer Zeit ohne Zweifel hat, muß es mit besonderer Genugthuung begrüßt werden, daß nun auch jene beiden Bände seines »Systems der synthetischen Philosophie«, welche der Psychologie gewidmet sind, in mustergültiger Übersetzung vorliegen.

Die allgemeine Aufgabe der zeitgenössischen Philosophie, »das Reich der Erscheinungen durch das Prinzip der gesetzmäßigen Entwickelung im Hinblick auf einen monistischen Abschluß zu interpretieren«, wird hier dadurch spezialisiert, daß die Organismen, als psycho-physische Doppelwesen aufgefaßt, das Objekt der Untersuchung bilden. Bei dem Umfang und der Reichhaltigkeit des Werkes, dessen Eigenartigkeit übrigens in der deutschen Übersetzung voll und ganz zur Geltung kommt, kann es nicht unsere Aufgabe sein, eine ins einzelne gehende Kritik zu liefern, sondern wir müssen uns damit begnügen, die Grund-Tendenz der Arbeit hervorzuheben und eine kurze Inhaltsangabe folgen zu lassen. Das ganze Werk zerfällt in zwei Bände, von denen erst der letztere das bringt, was man gewöhnlich unter Psychologie verstanden hat, während der erste einer unbeschränkten Verwendung des Entwickelungsgedankens auf psycho-physischer Basis gewidmet ist.

I. Band.

In dem ersten Bande, welcher uns heute beschäftigt, ist es dem Verf. hauptsächlich darum zu thun, die Parallelität zwischen geistiger und körperlicher Entwickelung jedem anderen Standpunkte gegenüber als einzig korrekte und logisch haltbare Ansicht zu verfechten. Es gelingt ihm dies um so besser, als ihn nicht allein die streng wissenschaftliche und auf jeden Angriff schon im voraus gewappnete Art seines Forschens und Urteilens, nicht allein die nicht häufig genug hervorzuhebende Präzision und Verständlichkeit seiner Ausdrucksweise, sondern ebensosehr die ihm eigene geschickte Anordnung des Materials, die wechselseitige Beleuchtung bald der physischen bald der psychischen Seite in seinen Bestrebungen unterstützen. Mit Recht darf der Verf. am Schlusse sagen: »So haben wir denn meines Erachtens eine nicht ganz unbefriedigende Erfüllung der Voraussetzung erreicht, von der wir ausgingen. In der allgemeinen Synthese wurde die Geistesentwickelung, die wir von ihren Anfängen an verfolgten, dargestellt als ein Zusammenhang zwischen inneren und äußeren Vorgängen, der sich im Raum und in der Zeit ausbreitet, während er zugleich an Spezialität, an Allgemeinheit und an Kompliziertheit zunimmt. Die spezielle Synthese führte die Erklärung der Geistesentwickelung noch weiter, indem sie zeigte, wie der fortschreitende Zusammenhang, wenn wir ihn in die bekannten Ausdrücke von Reflexthätigkeit, Instinkt, Gedächtnis, Vernunft, Gefühl und Willen übersetzen, sich als ein naturgemäß verursachter kontinuierlicher Prozeß auffassen läßt. Und in der oben abgeschlossenen physischen Synthese wurde dieser auf natürliche Weise verursachte kontinuierliche Prozeß außerdem erklärt als ein gehäuftes Resultat von physischen Thätigkeiten, welche längst bekannten physikalischen Prinzipien entsprechen.« So gelangt der Verf. schließlich zur Folgerung: »daß es eine und dieselbe höchste Realität ist, welche sich uns objektiv und subjektiv kundgibt. Denn während das Wesen dessen, was sich unter der einen oder anderen Form kundgibt, durchaus unerforschlich erscheint, stellt sich doch heraus, daß die Ordnung seiner Kundgebungen in allen geistigen Erscheinungen genau dieselbe ist wie die Ordnung seiner Kundgebungen in der ganzen Summe der materiellen Erscheinungen.«

Der erste Band zerfällt in 5 Teile: I. Die Thatsachen der Psychologie, II. Die Induktionen der Psychologie, III. Allgemeine Synthese, IV. Spezielle Synthese, V. Physische Synthese. Spencer beginnt sein Werk mit der Sammlung und Beleuchtung der »Thatsachen der Philosophie«, und zwar beschäftigt er sich zunächst ausschließlich mit den Geleiterscheinungen des geistigen Lebens. Wir sehen, wie mit fortschreitender Ausbildung des Nervensystems die Bewegungen der Organismen an Geschwindigkeit, Menge und Mannigfaltigkeit zunehmen, wie die Nerventhätigkeit zu immer komplizierteren Koordinationen befähigt wird. Darauf wird in der »Ästho-Physiologie« die Korrespondenz von Physischem und Psychischem festgestellt, so daß also im Hinblick auf das damit gegebene Prinzip der Übergang zur eigentlichen Psychologie möglich gemacht ist. Zum Schlusse wird in einem eigenen Kapitel: »der Umfang der Psycho-

logie«, die Stellung der Psychologie als einer selbständigen Wissenschaft verteidigt. Nachdem hiermit die Basis gegeben ist, führt uns der Verf. im 2ten Teile, den »Induktionen der Psychologie«, zum eigentlichen Thema über. Er versucht hierin zunächst, ein Bild der geistigen Vorgänge im Organismus zu entrollen, ohne schon die Ergebnisse seiner auf induktive Art geführten Forschung einem bestimmten Systeme anzupassen.

Die geistigen Funktionen zerfallen bei Spencer in Gefühle und in Beziehungen zwischen den Gefühlen, welche Klassifikation für manchen deutschen Leser leichter verständlich sein dürfte, wenn statt des Wortes »Gefühl« das Wort »Bewußtseinselement« gebraucht wäre. Während wir gewohnt sind, unter Gefühlen Wahrnehmungen von Lust und Unlust zu verstehen und daneben als getrennte Faktoren des primären geistigen Lebens Empfindungen und Elemente der Willensäußerungen anzuerkennen, faßt Spencer dies alles unter dem einen Namen »Gefühle« zusammen. Die Gefühle werden eingeteilt in »Emotionen«, d. h. Gefühle, die im zentralen Teile, und in »Empfindungen«, d. h. Gefühle, die an der Peripherie des Nervensystems entstehen. Letztere zerfallen in 2 Unterabteilungen, in »entoperipherische« und »epiperipherische« Empfindungen. Den »primären« Gefühlen gegenüber steht die Klasse der »sekundären« oder wiederbelebten Gefühle, die sich von ersteren durch ihre relative Schwäche unterscheiden.

Abgesondert von den Gefühlen machen die »Beziehungen« zwischen denselben den anderen Bestandteil des Geistes aus; sie bilden das wesentliche Arbeitsfeld des sich entwickelnden Verstandes.

Die Beziehungen werden danach eingeteilt, ob sie gleichartige oder ungleichartige Gefühle miteinander verbinden; außerdem zerfallen sie nach Gleichzeitigkeit und Folge in räumliche und zeitliche Verbindungen.

Je deutlicher die Beziehungen zwischen den Gefühlen hervortreten, desto inniger hängen letztere zusammen, desto leichter lassen sie sich im Bewußtsein zu Gefühlskomplexen vereinigen. Der Begriff von der Struktur des Geistes wird jedoch erst vollständig, sobald die sekundären Gefühle mit in Rechnung gezogen werden, denn erst aus der Verbindung dieser mit den primären Gefühlen entstehen Ideen oder Wissenseinheiten. — Ebenso bilden sich im Laufe der Entwickelung durch gesteigerte Erfahrung »Ideen von Beziehungen« aus, die losgelöst von bestimmten Gefühlen eine allgemeine Gültigkeit gewinnen.

Ehe sich Spencer der weiteren Verfolgung des hierdurch angedeuteten Gedankenganges zuwendet und auf die »Wiederbelebbarkeit« und »Associabilität« der Gefühle und ihrer Beziehungen eingeht, hält er eine kritische Erinnerung für nötig, indem er die »Relativität« der Gefühle und ihrer Beziehungen betont.

Trotzdem wir nicht fähig sind, irgend etwas Genaues über die Außenwelt auszusagen, da wir ja z. B. keinerlei Wesenseinheit zwischen den Schwingungen der Luft und dem, was wir als Licht, Töne etc. empfinden, entdecken können, sind wir doch gezwungen, allen Erscheinungen, die unsere Sinne treffen, ein für uns allerdings undefinierbares Etwas zu Grunde liegend zu denken. Ähnlichem begegnen wir bei den Beziehungen unseres Denkens; auch ihnen muß im Objekte irgend etwas entsprechen.

Spencer sagt am Schlusse des diesbezüglichen Kapitels: »Es gibt eine ontologische Ordnung, aus welcher die phänomenale Ordnung entspringt, die wir als Raum erkennen; es gibt eine ontologische Ordnung, aus welcher die phänomenale Ordnung entspringt, die wir als Zeit erkennen, und es gibt einen ontologischen Zusammenhang, aus welchem die phänomenale Beziehung entspringt, die wir als Unterschied erkennen.«

Im 3ten Teile geht der Verf. zur »Allgemeinen Synthese« über, d. h. er will dieselben Resultate, zu denen er im vorhergehenden auf induktivem Wege gelangt ist, jetzt deduktiv aus der Entwickelungstheorie ableiten. Die Aufgabe ist: den Geist, gemäß diesen Prinzipien, in seiner Entwickelung zu beleuchten und zu verfolgen, wie die Anpassungsfähigkeit innerer an äußere Beziehungen fortwährend zunimmt.

Natürlich fängt diese Betrachtung bei den tiefststehenden Organismen an, bei jenen einfachen Protoplasmaklümpchen, deren Zusammenhang mit ihrer Außenwelt noch »direkt und gleichartig« ist, und schreitet zu immer höher entwickelten Individuen fort, wobei nachgewiesen wird, wie dieser Zusammenhang sich allmählich im »Raume« und in der »Zeit« ausbreitet, wie er an »Spezialität«, »Allgemeinheit« und »Kompliziertheit« zunimmt. Auch damit ist noch keineswegs der Höhepunkt erreicht: erst in ihrer »Koordinierung« befähigen diese mannigfachen Arten des Zusammenhangs zwischen Individuum und Außenwelt zur Ausführung zusammengesetzter und zweckmäßiger Thätigkeiten seitens des ersteren. Die zunehmende »Integration« dieser Zusammenhänge ist ferner ein wichtiger Faktor des Fortschritts, denn nur die Zeitersparnis, die aus der unaufhörlichen Verschmelzung ganzer Gefühlskomplexe mit anderen Gefühlskomplexen erwächst und es dem entwickelten Individuum ermöglicht, ohne Nachdenken zahllose Eindrücke sofort als ein Ganzes zu erkennen, an deren Vereinigung viele Generationen seiner tieferstehenden Vorfahren gearbeitet haben, ermöglicht eine immer tiefere Einsicht und erweiterte Erfahrung auf allen Gebieten des Wissens. Das Schlußkapitel dieses Teiles weist bereits hin auf den folgenden Abschnitt, der sich mit den verschiedenen Abstufungen und Funktionen des Verstandes beschäftigen soll. Aus dem vorhergehenden wird die Folgerung gezogen, daß der Verstand keineswegs verschiedene, von einander trennbare Fähigkeiten in sich begreife, sondern daß er, so wie wir ihn auf einer beliebigen Stufe erkennen, immer ein Produkt langsamer unmerklicher Komplikation und Vervollkommnung ist und daß seine Aufgabe, in allen Formen der Entwickelung, diejenige bleibt, eine möglichst günstige Anpassung innerer an äußere Beziehungen zu vermitteln. Obgleich man also nicht im stande ist, bestimmte Grenzlinien zwischen den einzelnen Entwickelungsphasen des Verstandes zu ziehen, müssen dieselben doch der Deutlichkeit halber nacheinander betrachtet und erklärt werden, ohne daß jedoch der Zusammenhang das ganzen vergessen werden dürfte.

Dieser Aufgabe sucht Spencer im 4ten Teile, der »Speziellen Synthese«, gerecht zu werden.

Bevor er jedoch zur Betrachtung der einzelnen Entwickelungsphasen des Verstandes übergeht, erachtet er es für notwendig, einiges über seine »Natur«, über das »Gesetz«, nach welchem er funktioniert, und über

seine »Ausbildung« im allgemeinen vorauszuschicken. Während die Klasse der physischen Lebensthätigkeiten auf all ihren Stufen aufeinanderfolgende und gleichzeitige Veränderungen umfaßt, zeigt die Verstandesthätigkeit das Bestreben, im Laufe der Entwickelung immer mehr den reihenartigen Charakter auszubilden. Diese Eigentümlichkeit tritt bei den untersten Organismen, wo physisches und psychisches Leben kaum zu unterscheiden sind, noch gar nicht oder doch nur höchst schwach zu Tage und selbst bei den allerhöchst organisierten ist sie noch nicht vom absoluten Erfolg begleitet.

Die Möglichkeit, bei einem Organismus die psychische gesondert von der physischen Seite zu erkennen, ist abhängig von der Entwickelung seines Nervensystems und der Grad jener Erkenntnis hängt wiederum vom Grade dieser Entwickelung ab. Wo kein Nervensystem zu finden ist, ist psychisches Leben noch unerkennbar.

Da, wie schon gesagt wurde, Aufeinanderfolge von Veränderungen das Wesen der psychischen Vorgänge ist, so bezeichnet Spencer es auch als eine der wichtigsten Aufgaben der Psychologie, das Gesetz dieser Aufeinanderfolge zu bestimmen.

Weil aber die Erscheinungen der Außenwelt, welche dem Organismus anzupassen und umgekehrt, Sache des Verstandes ist, keine einfache Reihenfolge bilden, sondern im Raume unendlich ausgebreitet sind, so läßt sich schwer ein allgemeines Gesetz für die Verarbeitung dieser zahllosen Zusammenhänge finden und ist dasselbe nur für unmittelbar zusammenhängende kleinere Gruppen genau zu bestimmen.

Je höher sich der Verstand entwickelt, desto besser muß es ihm gelingen, die äußere Ordnung räumlich-zeitlicher Zusammenhänge der ihm eigenen inneren Ordnung der Aufeinanderfolge anzupassen, was Spencer an einigen Beispielen zu erläutern sucht.

Der Verstand ist in dreifacher Beziehung stets entwickelungsfähig, die Resultate seiner Thätigkeit nehmen fortwährend zu an »Genauigkeit«, »Zahl« und »Kompliziertheit«. So fortschreitend wird der Verstand von Stufe zu Stufe geeigneter, jene hohen Grade des Zusammenhangs von Beziehungen im Bewußtsein auszubilden, die eine genügende Anpassung an die komplizierten Erscheinungen der Außenwelt ermöglichen. Durch Generationen gesammelte Erfahrungen sind der wichtigste Faktor geistiger Vervollkommnung. »Die Lebhaftigkeit der Tendenz jedes Bewußtseinszustandes, nach irgend einem anderen aufzutreten, hängt von der Häufigkeit ab, mit welcher die beiden in der Erfahrung verknüpft waren.«

Nachdem somit die Grundlage für die folgenden Kapitel gegeben ist, nimmt Spencer die verschiedenen Verstandesphasen, von ihrer tiefsten Stufe ausgehend, durch.

Die »Reflexthätigkeit« kennzeichnet die erste Differenzierung des Psychischen vom Physischen; doch ist dieselbe keineswegs nur auf die untersten Organismen beschränkt. Unser Leben, soweit es rein physisch ist, wird fast vollständig durch Reflexthätigkeit geregelt; außerdem können häufig sich wiederholende Erfahrungen von äußeren Beziehungen Reflexthätigkeit in uns veranlassen.

Der »Instinkt« ist als zusammengesetzte Reflexthätigkeit zu bezeichnen; bei ihm folgt schon eine Kombination von Zusammenziehungen auf eine Kombination von Eindrücken. Da die Fähigkeit, zu kombinieren, aber ein wenn auch noch so unentwickeltes Bewußtsein voraussetzt, so sagt Spencer bei dieser Gelegenheit: »Instinkt in seinen höheren Formen ist wahrscheinlich von einem rudimentären Bewußtsein begleitet. Es kann unmöglich eine Koordinierung zahlreicher Reize stattfinden, ohne daß ein Ganglion vorhanden wäre, durch welches sie alle in Beziehung zu einander gebracht werden.«

Auf diese Weise leitet der Verf. vom Instinkt zu den höher entwickelten Verstandesthätigkeiten über.

Die am nächsten zu betrachtende, das »Gedächtnis« steht in naher Beziehung zum Instinkt, sie löst sich gewissermaßen mit ihm ab, indem sie das von ihr verarbeitete Material von Koordinierungen und Kombinationen dem Instinkt überliefert. Spencer drückt diesen Gedanken ungefähr folgendermaßen aus: Während der Instinkt auf der einen Seite als eine Art von organisiertem Gedächtnis betrachtet werden kann, läßt sich das Gedächtnis anderseits als eine Art von beginnendem Instinkt auffassen. Das Gedächtnis besteht in einem beständigen Fortschreiten zur Aufnahme immer komplizierterer und speziellerer Beziehungen, von denen immer mehr und mehr automatisch oder instinktiv werden und nun gewissermaßen ein »organisches Gedächtnis« bilden.

Selbstverständlich wird der »Vernunft« im Laufe dieser Untersuchung keine gesonderte Stellung angewiesen. Der einzig wahre Unterschied, der zwischen niederen und höheren Verstandesthätigkeiten besteht, ist der, daß erstere nur Vermittler äußerst einfacher innerer und äußerer Beziehungen sind, während die Vernunft unendlich viel kompliziertere, speziellere und seltenere Beziehungen zu verarbeiten hat. Die Flüssigkeit dieser Begriffe darf jedoch nicht vergessen werden. Wie das Gedächtnis, so liefert auch die Vernunft beständig neues Material für den fortschreitenden Instinkt als solchen, d. h. Thätigkeiten, die zuerst nur langsam mit Hilfe langen Nachdenkens ausgeführt werden konnten, nehmen durch häufige Wiederholung einen vollständig automatischen Charakter an.

Ebenso die reinen Vernunfturteile oder -Schlüsse erhalten auf diese Weise das falsche Gepräge absoluter Gültigkeit, während auch sie sich in Wirklichkeit im Laufe der Entwickelung bildeten.

Es besteht ein inniger Zusammenhang zwischen diesem intellektuellen Elemente des Geistes und den psychischen Zuständen, die wir als »Gefühle« bezeichnen. Es braucht bei dieser Gelegenheit nur an den 2ten Teil »Induktionen der Psychologie« erinnert zu werden, wo wir sahen, daß Gefühle fast nie völlig frei von Beziehungen auftreten.

Ist eine Thätigkeit völlig automatisch geworden, so hört auch das Gefühl dabei auf; wir begegnen hier denselben Erscheinungen wie im Vorhergehenden. Die zusammengesetzten Formen der Gefühle verlieren jedoch ihren empirischen Charakter nie so vollständig wie die Denkformen, welche Thatsache der Verf. des näheren auf scharfsinnige Weise zu erklären sucht.

Das letzte Kapitel dieses Teiles ist dem »Willen« gewidmet.

Die Entwickelung des Willens ist eine andere Seite desselben Prozesses, sie steht unter denselben Bedingungen, d. h. sobald die Eindrücke von außen und die darauffolgenden Thätigkeiten des Individuums so komplizierter Natur werden, daß sie nicht mehr automatisch vor sich gehen, sondern sich im Bewußtsein abspiegeln, tritt auch jenes Moment hinzu, das wir als »Wille« bezeichnen.

Bei einem Willensakte der einfachsten Art ist noch nichts weiter vorhanden als eine geistige Repräsention der auszuführenden Handlung. Dagegen erscheint der hochentwickelte Wille, wenn auch ursprünglich aus einfachen Elementen zusammengesetzt, als ein Gebilde höchst komplizierter Art, denn er umfaßt bedeutend mehr als nur die bewußt werdenden motorischen Veränderungen, die der Handlung voraufgehen, und wird mit bestimmt durch zahlreiche auftauchende Komplexe von sekundären Gefühlen (Bewußtseinselementen).

Daß willkürliche Thätigkeiten durch Gewohnheit einen automatischen Charakter annehmen können, zeugt wiederum für das unzertrennliche Verhältnis, in dem alle Verstandesäußerungen untereinander stehen.

Im 5ten und letzten Teile, betitelt »Physische Synthese«, stellt sich der Verf. die Aufgabe, die im vorhergehenden verfolgte geistige Entwickelung in Einklang zu setzen mit der Entwickelung des physischen Lebens der Organismen.

Obgleich diese letzten Untersuchungen, wie uns Spencer selbst belehrt, viel auf hypothetischem Gebiete weilen, sind sie doch so reich an zutreffenden Urteilen und geistreichen Beobachtungen, daß sie einen würdigen Abschluß dieses ersten Bandes bilden.

Braunschweig. Dr. Alex. Wernicke.

(Schluß folgt.)

Die Wonne des Leids. Beiträge zur Erkenntnis des menschlichen Empfindens in Kunst und Leben. Von Oswald Zimmermann. Zweite umgearb. Auflage. (Leipzig, Carl Reißner 1885, 184 Seiten gr. 8^0.)

Der Verfasser versucht es, im Anschluß an die »Philosophie des Unbewußten« von Hartmann darzustellen, daß Lust und Unlustgefühle stets associiert sind; »es gibt keine Lust, die nicht einen Schmerz enthielte, und keinen Schmerz, mit dem nicht eine Lust- verknüpft wäre« (S. 5). Die Frage, ob sinnliche und geistige Lust oder Unlust für gleich zu achten ist, wird auf Grund des mannigfachen Übergangs beider in einander bejaht. »Es wird also nur von einem Überwiegen des seelischen oder körperlichen Empfindens in dem einzelnen Falle die Rede sein können, welches aber nicht die gegenseitige Durchdringung beider Momente ausschließt.« Die »naturwissenschaftlichen Daten«, mit welchen Verfasser diese beiden Ansichten belegen will, sind jedoch nicht geeignet, uns zu überzeugen, daß Lachen und Weinen eine »Wonne des Leids« ausdrücken. Das Lachen und auch die Empfindungen des Hungers und der Wärme enthalten anfänglich kein Unlustgefühl, sondern werden erst unangenehm, ja sogar unerträglich, wenn man sie fortwährend steigert.

Unser Zentralnervensystem vermag eben nicht denselben Reiz in gleicher Stärke zu ertragen und entweder verliert derselbe an Empfindlichkeit oder aber er überreizt und die gegebene angenehme Empfindung schlägt in das Entgegengesetzte um. Nahlowsky sagt ganz richtig, jene Gefühle, welche man gemischte nennt, seien bloße Gefühlswechsel oder Gefühlskontraste, welche so schnell vor sich gehen, daß das Successive daran den Schein der Gleichzeitigkeit gewinnt (Das Gefühlsleben, 2. Aufl., Leipzig 1884, S. 50 ff.). Zur Erklärung dieser Mischempfindungen wendet sich Zimmermann zur Seelen-Ausdünstungs-Theorie Dr. Gustav Jäger's und folgt derselben in allen ferneren Ausführungen. Wir erfahren demnach von Seelenruheduft, Cerebral-, Sexual- und anderen seelischen Düften. Momentane Umwandlungen der Angst- und Leidgefühle eines jungen Mädchens während ihrer ersten Begegnung mit einem ihr sympathischen Manne in Lustgefühle werden schulgerecht durch »exogene Lustaffekte, durch Einatmung des partnerischen Duftes« erklärt u. s. w. Verfasser füllt sein Buch mit poetischen und litterarischen Citaten, welche die Beweiskraft von psychologischen Beobachtungen haben sollen. Selbst aus dem tendenziösen Büchlein von Helene von Racowitza: »Meine Beziehungen zu Ferdinand Lasalle« wird jene Stelle citiert, wo die Verfasserin von der »wonnigen Qual« spricht, die sie immer in Lasalle's Nähe überkam; — eigentlich das natürliche Gefühl eines etwas schüchternen Mädchens vor einem Mann, dem es gefallen möchte und dessen geistige Überlegenheit auf es beängstigend wirkt.

Wenn auch in allen Werken alter und moderner Dichter die Schilderungen der Leiden der Liebe reichlicher vertreten sind als jene der glücklichen Liebe, so hat unseres Erachtens den richtigen Grund dafür schon Lessing in seinem Laokoon angedeutet, indem er für dramatische und epische Dichtungen unbedingt Handlung verlangte. Nun eignet sich das geistige Unlustgefühl, zur Leidenschaft gesteigert, nach Linderung ringend, Hindernisse bekämpfend, recht gut als Motiv zu Handlungen. Dagegen enthält das Lustgefühl hauptsächlich das Verlangen nach unverändertem Fortbestehen, schließt also das Dramatische aus: »die stille Gelassenheit, die unveränderte Sanftmut streiten mit dem ganzen Geschäfte der Tragödie«, heißt es in der »Hamburger Dramaturgie«. Anders als Lessing faßt auch Zimmermann die Kunst auf. Nach ihm »haben wir es im Drama mit einer Wonne des Leids zu thun« und »das Mitleid, welches ja die Tragödie erregen soll, erweist sich bei näherem Zusehen als eine Erscheinung der Wonne des Leids« (S. 42).

Verfasser kommt auf die Entstehung des Dramas aus den religiösen Hymnen, die zur Verherrlichung der Passion des Dionysos gesungen worden, zu sprechen und geht dann etwas unvermittelt zur »Entwickelung des Geißlertums« über. Dies ist so ziemlich der interessanteste Abschnitt des Buches. Die Entartung des Dionysischen (der Wonne des Leids) ist darin, geschichtlich treu, anschaulich behandelt. »Wahnsinniger Fanatismus« (S. 83), grobe Sinnlichkeit und Nervenüberreiz waren die Hauptfaktoren des Geißlertums, das »man im wesentlichen als eine pathologische Erscheinung des mittelalterlichen Glaubens- und Gesellschaftswesens bezeichnen muß. Die Ver-

bindung von Schmerz und Wollust machte überreizte Personen lüstern nach der Disziplin, deren kirchlicher Schein nur den Deckmantel für die sinnlichen Regungen abgab«.

Im folgenden Kapitel »Mystizismus« weist der Verfasser darauf hin, daß die antike Weltanschauung zu sinnlich, heiter und optimistisch war, um die Wonne des Leids im großen Maße zu kultivieren. Dies war dem Christentum mit seinem pessimistischen Hinweis auf die Nichtigkeit alles Irdischen vorbehalten (S. 92). Wohin aber führte das einseitige religiöse Bestreben, durch ein freiwilliges Leiden selig zu werden? — Zum blutigen Martyrium, ekstatischem Büßen und religiösem Wahnsinn (S. 94). Zimmermann bemerkt dabei, daß »diese Verirrungen« auch außerhalb des religiösen Gebietes vorkommen und »aus der dauernden, einseitigen Konzentration des Gedankens auf einen und denselben Gegenstand resultieren«, verweist aber zur rechten Erkenntnis dieser Vorgänge nicht, wie man billig erwarten sollte, auf psychologische oder physiologische Erfahrungen, sondern auf Dr. Jäger'sche »Entbindung von Gehirnfreudenstoffen durch geistigen Anstoß«. Die häufig vorkommende Verbindung von Wollust und Grausamkeit als »Blutrausch« wird auch von diesem Standpunkte ganz folgerichtig dadurch motiviert, daß »dem Tiere und dem Menschen der Angstduft und die Angstwürze des Opfers ein Luststoff, also sympathisch ist«.

Was die philosophische Bedeutung der Leiden-Wonnen-Theorie betrifft, so meint der Verfasser, daß dieselbe berufen sei, die Überbrückung eines einseitigen, weltschmerzlichen Pessimismus zu bilden.

Um zu beweisen, daß die Volksseele auch unbewußt stets von der Wonne des Leids durchsetzt gewesen, wird einiges aus Volksliedern, ferner aus Volksfesten und Hexenprozessen angeführt. Am reichsten an Citaten gestaltet sich der Schluß-Abschnitt. Wohl alle namhaften deutschen Dichter sind da erwähnt und aus der Masse ihrer Werke ist dasjenige genommen, was Leid und Freud, Herz und Schmerz zusammenreimt. Da aber die meisten Poeten bei etwaigen vorkommenden Mischstimmungen sich nach Frieden und Ruhe sehnen oder auch sofort den Tod herbeirufen, müssen wir trotz aller Beteuerungen Zimmermann's schließen, daß ihnen die Unlustgefühle keine Wonne bereiteten.

»Eine gewisse Höhe der Welt- und Lebensanschauung, eine Verfeinerung der Empfindung ist nötig,« sagt Verfasser, um die citierten dichterischen Aussprüche »in ihrem rechten Sinn aufzufassen« — und — könnte er mit Recht beifügen — eine vollständige Unkenntnis der wirklichen Schmerzen des Lebens, um ihnen in allem Glauben zu schenken.

Im Anhange sind noch die Brahmanen- und Buddha-Lehren skizziert, als Glaubensbekenntnisse, »deren reiner Charakter ein ideal-pessimistischer in seiner Reinheit geblieben ist«. Der Charakter des Christentums ist durch andere Einflüsse früh getrübt. Das Ideal des Verfassers besteht »in dem Freisein von jeder Empfindung und Vorstellung« — also der Tod! Unsere Lebensaufgabe wäre demnach — — — möglichst bald zu sterben!!

L. Schmidt-Akilow.

Ausgegeben den 31. Juli 1886.

Kant und die Naturforschung.

Eine Prüfung der Resultate des idealistischen Kritizismus durch den realistischen.

Von

Albrecht Rau.

(Fortsetzung.)

8. In Abs. 8 berührt KANT, leider allzu flüchtig, einige naturwissenschaftliche Entdeckungen ersten Ranges. Er behauptet, daß GALILEI seine Schwere »gewählt« habe. In einer Fußnote bemerkt er: »Ich folge hier nicht genau dem Faden der Geschichte der Experimentalmethode, deren erste Anfänge auch nicht wohl bekannt sind.« Nun ist allerdings zuzugeben, daß zu KANT's Zeiten das Material zur Geschichte dieser Entdeckungen nicht so gesichtet und durchgearbeitet war, als es heute ist. Aber wenn man auf solche Entdeckungen bezug nimmt, um damit eine Theorie der Erkenntnis zu stützen, die eine »völlige Reform« in sich schließt, so kann man doch nicht gar so schnell über die Geschichte dieser Entdeckungen hinwegeilen. Jedenfalls war dieselbe doch schon zu jener Zeit so weit klar gelegt, daß der Ausdruck »gewählte Schwere« als durchaus unzutreffend erscheinen mußte. GALILEI hat das Gesetz bestimmt, nach welchem die Bewegung eines frei fallenden Körpers erfolgt. Um dieses Gesetz zu ermitteln, machte er verschiedene Annahmen. Die erste verwarf er sehr bald wieder, denn er sah ein, daß sie, um mit POGGENDORFF zu reden, »einen Unsinn einschließe«[1]. Erst die zweite erwies sich als mit den Thatsachen vereinbar. MACH, dem wir eine vorzügliche Entwickelungsgeschichte der Mechanik verdanken, deren Tendenz eine durchaus antimetaphysische und somit antikantische ist, beurteilt die Entdeckung GALILEI's also: »GALILEI hat nicht etwa eine Theorie der Fallbewegung gegeben, sondern vielmehr das Thatsächliche der Fallbewegung vorurteilslos untersucht und konstatiert. Bei dieser Gelegenheit hat er, seine Gedanken allmählich den Thatsachen anpassend und dieselben überall festhaltend, eine Ansicht gefunden, die vielleicht weniger ihm selbst als vielmehr seinen

[1] Geschichte der Physik von J. C. Poggendorff, S. 225.

Nachfolgern als ein besonderes neues Gesetz erschienen ist. Galilei befolgte bei allen seinen Überlegungen, zum größten Vorteil der Naturwissenschaften, ein Prinzip, welches man passend das Prinzip der Kontinuität nennen könnte. Hat man für einen speziellen Fall eine Ansicht gewonnen, so modifiziert man allmählich in Gedanken die Umstände dieses Falles, soweit es überhaupt angeht, und sucht hierbei die gewonnene Ansicht möglichst festzuhalten. Es gibt kein Verfahren, welches sicherer zur einfachsten, mit dem geringsten Gemüts- und Verstandesaufwand zu erzielenden Auffassung aller Naturvorgänge führen würde «[1]. In dieser ganzen Darlegung, die für durchaus zutreffend und ausreichend begründet anzusehen ist, findet sich nicht ein Punkt, an welchem eine idealistische Weltauffassung zu haften vermöchte. Übrigens genügt es für unseren Zweck völlig, festgestellt zu wissen, daß erst Galilei die Fallgesetze entdeckte und daß selbst er verschiedene Annahmen machen und prüfen mußte. Wir fragen: wenn Vernunft ein allen Menschen gemeinsames Vermögen ist, wenn sie Erkenntnisse von größter Allgemeinheit und Notwendigkeit produziert, warum hat es Tausende von Jahren Menschen gegeben, die nichts von den Fallgesetzen wußten, überhaupt, warum irrt Vernunft, warum trifft sie nicht sofort das Richtige? Der Idealismus vermag keine dieser Fragen genugthuend zu beantworten. Ich werde später zeigen, daß Kant sich in die größten Widersprüche verwickelt, wenn er versucht, die Entstehung des Irrtums zu erklären. Die Schuld trifft nicht Kant, sondern das Prinzip, das er ungeprüft übernommen und das man, soweit die Geschichte reicht, für unbedingt richtig hielt und das vielleicht heute noch von keinem halben Dutzend Menschen ernsthaft bezweifelt wird. Wenn nun Entdeckungen immer so gemacht werden, wie Galilei die seinigen gemacht hat, und dies beweist die Geschichte, so muß auch Vernunft ein durch Anpassung erworbenes Vermögen sein; sie schreibt nicht vor, sondern nach. Die Welt der Thatsachen ist das Modell der Gedanken und nur dann verdient ein Gedankenschema den Namen Vernunft, wenn es jener gerecht wird.

Nicht minder ungünstig für das Prinzip Kant's ist seine Bezugnahme auf Torricelli's Entdeckung. Bis zu ihm schrieb man die Wirkungen des Luftdruckes dem horror vacui zu. Ein echt idealistischer Einfall! Denn das war doch vollkommen »logisch«, daß, wenn die Natur einen Abscheu vor dem Leeren besaß, sie bestrebt sein mußte, die Leere auszufüllen. Hier haben wir ein analytisches Urteil, das allerdings der Erfahrung nicht bedurfte. Als aber ein italienischer Brunnenmacher zu Florenz eine Pumpe mit ungewöhnlich langem Saugrohre aufstellte, ergab sich die befremdliche Thatsache, daß dieser Abscheu nur bis zu etwa 18 italienischen Ellen (ungefähr 32 Fuß) hinanreichte; von da ab hatte sich der Abscheu in vollkommene Gleichgültigkeit verwandelt. Abscheu und Gleichgültigkeit bei ein und demselben Phäno-

[1] Die Mechanik in ihrer Entwickelung, historisch-kritisch dargestellt von Dr. Ernst Mach, Professor der Physik an der deutschen Universität zu Prag. Leipzig, F. A. Brockhaus. S. 128.

men anzunehmen, war unthunlich. Die Logik der Theorie geriet in Widerspruch mit der Logik der Thatsachen und die letztere blieb, wie immer, Siegerin. Zunächst beschäftigte sich der große Galilei mit dem neuen Problem; aber selbst dieser wußte sich nicht anders zu helfen, als daß er annahm, der horror vacui besitze eine meßbare Kraft. Die größte Höhe, auf welche das Wasser durch Saugen gehoben werden konnte, nannte er altezza limatissima. Glücklicher als er war sein großer Schüler Evangelista Torricelli. Dieser geriet auf den Einfall — so nennt es mit Recht Mach —[1], die Resistenz des Vakuums statt durch eine Wassersäule durch eine Quecksilbersäule zu messen; er erwartete eine Säule von etwa $^1/_{14}$ der Länge der Wassersäule zu finden. Es war, wie Poggendorff[2] sagt, im Grunde nicht schwer, auf diese Folgerung zu kommen. Denn wenn Quecksilber etwa 14 (genauer 13,59) mal schwerer ist als Wasser, so kann eine einer Wassersäule äquivalente Quecksilbersäule nur den 14. Teil der Höhe der ersteren betragen. Dennoch muß der Einfall, Wasser statt Quecksilber zu nehmen, als einer der fruchtbringendsten für die ganze weitere Entwickelung der Physik bezeichnet werden. Die Ausführung des Experimentes überließ Torricelli seinem Freunde Viviani. So erblickte im Jahre 1643 das erste allerdings unvollkommene Barometer das Licht der Welt. »Mit Recht nannte man es die torricellische Röhre, nicht die vivianische, weil hier die Idee höher angeschlagen werden muß als die Ausführung[3].« Nun hatte schon früher Galilei nachgewiesen, daß die Luft schwer sei. Um zu erklären, wie Torricelli schließlich dazu kam, den Luftdruck als die Ursache des Beharrens der Quecksilbersäule im luftleeren Raume anzugeben, legt Mach folgendes sinnreiche und wahrscheinliche Räsonnement vor: »Der horror vacui und das Gewicht der Luft lagen sich für die meisten Menschen sehr fern. Bei Torricelli mochten beide Gedanken sich einmal nahe genug begegnen, um ihn zu der Überzeugung zu führen, daß alle dem horror vacui zugeschriebenen Erscheinungen sich in einfacher und konsequenter Weise durch den Gewichtsdruck der Luftsäule erklären lassen. Torricelli entdeckte also den Luftdruck, und er beobachtete auch zuerst mit Hilfe seiner Quecksilbersäule die Veränderungen des Luftdrucks[4].« Durch den Minoritenpater Mersenne wurde die Entdeckung Torricelli's in Frankreich verbreitet und gelangte im Jahre 1644 zur Kenntnis Pascal's. Anfänglich fand er die Idee vom Luftdrucke sehr schön, hielt sie aber nicht für bewiesen und sann daher auf einen strengen Beweis. Er ordnete den Versuch so an, daß die äußere Luft, welche die Quecksilbersäule hob, entfernt werden konnte, und er fand, daß diese sofort herabsank. Aber auch damit gab er sich noch nicht zufrieden; er folgerte weiter: Wenn die Länge der Quecksilbersäule durch den Luftdruck bestimmt wird, so muß dieselbe auf der Spitze eines Berges geringer sein, als an dem Fuße desselben; denn dort fehlt jener Teil der Luftsäule, der gleich ist dem Höhenunterschied

[1] a. a. O. S. 105.
[2] a. a. O. S. 323.
[3] Poggendorff a. a. O. S. 324.
[4] Mach a. a. O. S. 105.

zwischen Fuß und Gipfel, er kann also keinen Druck ausüben. Da Pascal gerade keine Gelegenheit hatte, diese Folgerung durch den Versuch zu prüfen, so schrieb er am 15. Nov. 1647 an seinen Schwager Perier zu Clermont und bat denselben, einmal zu versuchen, ob nicht auf der Spitze des Puy-de-Dôme, an dessen Fuße Clermont liegt, das Barometer niedriger stehe als in der Stadt. Perier führte den Versuch mit vieler Umsicht aus und fand zu seinem und seiner Begleiter Erstaunen, daß die Länge der Quecksilbersäule auf der Spitze des Berges 23″ 2‴, in der Stadt dagegen 26″ 3,5‴ betrug [1]. Damit war der Sieg der Torricelli'schen Auffassung entschieden und die fast zweitausend Jahre alte Lehre vom horror vacui gehörte zu den Irrtümern der menschlichen Vernunft.

In dieser ganzen Entwickelungsgeschichte ist ebenfalls kein Punkt zu entdecken, auf den eine idealistische Erkenntnistheorie sich stützen könnte. Was wir darin finden, ist 1) ein starker unabhängiger Sinn, der achtlos über die Meinung der gelehrten und ungelehrten Menge hinwegschreitet; 2) ein realistischer Takt, der das Gleichartige verschiedener Erscheinungen herausfindet; 3) die Fähigkeit, das als gleichartig erkannte begrifflich zu formulieren; 4) eine lebhafte Phantasie, die unermüdlich neue Kombinationen zwischen Begriffen und Thatsachen erfindet, verbunden mit 5) einer kalten Besonnenheit, die von der Dialektik der Begriffe nicht verwirrt, von der Scheinbarkeit der rein logischen Beweisform nicht bestochen wird, sondern sich allein wendet an die Erfahrung, an das Experiment als das einzige Kriterium der Wahrheit der Idee. Das sind die Eigentümlichkeiten, die den großen Naturforscher, den realistischen Philosophen konstituieren, während sie dem idealistischen zum größeren Teile fehlen. Denn ihm genügen seine eigens erfundenen Begriffe und der gebrechliche Mechanismus der logischen Beweisform, dabei besitzt er aber die Kühnheit, um Mach's treffliches Wort anzuwenden, aus einem Minimum von Erfahrung ein Maximum von Folgerungen zu ziehen [2].

Noch unglücklicher als die Berufung auf Galilei und Torricelli ist die auf Stahl, den Aufsteller der Phlogistontheorie. Diese Theorie gehört nämlich wie die vom horror vacui zu jenen Irrtümern, die in einer bestimmten Zeit von gelehrten und scharfsinnigen Männern für Vernunft gehalten wurden. Allerdings hatte, als Kant die Vorrede zur zweiten Auflage der Vernunftkritik schrieb, die Lavoisier'sche Verbrennungstheorie in den Köpfen der Einsichtigeren bereits den Sieg über die Stahl'sche Lehre davongetragen. Kant jedoch hatte davon keine Notiz genommen, und soweit ich es verfolgen konnte, ist sein Glaube an das Phlogiston zeitlebens unerschüttert in ihm geblieben. Daraus aber soll ihm nicht der geringste Vorwurf gemacht werden: die Berufung auf die Phlogistontheorie ist mir nur deshalb von größter Wichtigkeit, weil sich gerade an dieser Theorie sehr gut zeigen läßt: 1) wie analytische und synthetische Urteile a priori entstehen, 2) wie sie vollkommen logisch und dennoch falsch sein können, und 3) was von der rein formal logischen

[1] Poggendorff a. a. O. S. 331.
[2] Mach a. a. O. S. 256.

Beweisführung überhaupt zu halten ist, wenn nur eine entgegenstehende Erfahrung in den zugrunde gelegten Begriffen keine Berücksichtigung gefunden hat. Stahl befaßte sich hauptsächlich mit der Erklärung der Verbrennungserscheinungen. Vor ihm hatte man in den brennbaren Körpern schwefelartige, fettige und ölige Bestandteile angenommen, um die Brennbarkeit zu erklären. Diese verschiedenen Bestandteile reduzierte Stahl auf einen, der in allen brennbaren Substanzen als vorhanden angenommen wurde, und diesen einen nannte er Phlogiston. Das Phlogiston sollte die Neigung besitzen, sich sehr fein in der Luft zu verteilen. Durch diesen Akt der Verteilung wurden die Verbrennungs- und Fäulnisvorgänge erklärt. Dieselbe konnte nämlich rascher und langsamer vor sich gehen: nahm das Phlogiston rascheste Wirbelbewegung an, so entstund Feuer. Damit diese Wirbelbewegung eintreten konnte, wurde es als notwendig angesehen, daß das Phlogiston an etwas anderes gebunden und daß eine genügende Luftmenge vorhanden war, in welche das Phlogiston mit größter Leichtigkeit übertreten konnte. Durch diese beiden Annahmen schlüpfte man jedoch nur über zwei Schwierigkeiten hinweg, die sachlich nicht gehoben werden konnten. Erstens war es nie gelungen, das Phlogiston in Substanz nachzuweisen, es zu isolieren; folglich nahm man an, daß das Gebundensein zu seinen wesentlichen Eigenschaften gehöre. Zweitens war es rätselhaft, warum zu allen Verbrennungen Luft notwendig war; der Phlogistiker machte deshalb die Luft gleichsam zu einem leeren Gefäß, in welches das Phlogiston mit größter Schnelligkeit hineinwirbelte. Hier sieht man recht deutlich die Unterschiede der formal logischen und der induktiv logischen oder exakten Methode. Nach letzterer hat man zu fragen: welche materiellen Bedingungen sind notwendig, damit eine Erscheinung eintritt, wie sind sie angeordnet vor, wie nach dem Prozesse. Der bloß logisch Verfahrende hat solche Umständlichkeiten nicht notwendig: das, was er erklären soll, steckt er als Eigenschaft in seinen Begriff und zieht es dann als logisches Erkenntnis heraus; er definiert seinen Begriff mit Rücksicht auf die Erklärung, welche er geben soll. Der Naturforscher fragt nach den materiellen Bedingungen, die zum Eintritt einer Erscheinung notwendig sind, und nach den Veränderungen, die sie durch den Vorgang erleiden. Dann erst definiert er und stattet seinen Begriff mit solchen Eigenschaften aus, die er jederzeit experimentell oder überhaupt als anschaulich gegeben nachweisen kann. Etwas besser geht es mit der Erklärung folgender Erscheinungen. Wird Schwefel zu Schwefelsäure verbrannt, so sagt man, es scheide sich das Phlogiston aus. Werden umgekehrt schwefelsaure Salze mittels Kohle zu sogenannter Schwefelleber reduziert, so wird ihnen Phlogiston durch die Kohle, welche sehr brennbar ist und deshalb viel Phlogiston enthalte, zugeführt. Die Metalle werden durch Verbrennung »verkalkt«, d. h. ihr brennbarer Bestandteil, das Phlogiston entweicht in die Luft und der nicht brennbare Bestandteil, der Metallkalk bleibt zurück. Aus dieser Auffassung folgen zwei synthetische Erkenntnisse a priori, die logisch völlig korrekt sind und uns trotzdem heute ein Lächeln abnötigen: die Metalle sind die chemischen Verbindungen von Metalloxyden mit Phlogiston, die Metallkalke sind dagegen das Einfache, sie sind Metalle ohne Phlo-

giston. Heute dagegen wissen wir mit aller Bestimmtheit, daß das umgekehrte Verhältnis das richtige ist: daß die Metalle das relativ einfachere, die Metallkalke das zusammengesetztere sind; erstere gelten uns als Elemente, letztere sind die Verbindungen derselben mit Sauerstoff. Das zweite ist eine experimentell bewiesene Wahrheit, das erstere erscheint uns nur als höchst wahrscheinlich. Denn, sagen wir mit Liebig: »die 64 bekannten einfachen Stoffe sind nur Elemente, beziehungsweise zu den Kräften und Mitteln, die uns zu Gebote stehen, um sie in noch einfachere zerfallen zu machen. Wir können es nicht oder jetzt noch nicht, und die Grundsätze der Naturforschung festhaltend, nennen wir sie so lange einfache Körper, bis uns die Erfahrung eines besseren überführt. Die Geschichte der Wissenschaft ist in Hinsicht auf diese Methode reich an nützlichen Lehren; Rückschritte, Irrtümer und falsche Ansichten ohne Zahl waren stets die unmittelbaren Folgen der Überschreitung des Gebietes der Erfahrung.« Solche Bescheidenheit und Vorsicht sind freilich dem idealistischen Philosophen fremd. Dieser greift in das Danaidenfaß seiner Begriffe, holt ein richtiges wohlgezähltes Dutzend hervor, bringt es symmetrisch unter vier Titel und bestimmt: dies ist das Inventar eurer Vernunft für jetzt und immerdar.

Eines nur wissen wir gewiß: die Phlogistontheorie ist falsch. Und warum wissen wir das gewiß? Überall da, wo die Phlogistontheorie willkürliche Begriffe setzte, haben wir heute sachliche, dem Experiment entlehnte. Dadurch gestalten sich unsere Erklärungen viel einfacher und überzeugender. Denn da in unseren Begriffen nur enthalten ist, was den Thatsachen entstammt, so folgt aus der Anordnung dieser Begriffe, aus unserer Verbrennungstheorie logisch das, was durch die Aufeinanderfolge der Erscheinungen wiederum anschaulich bewiesen werden kann. Außerdem wissen wir, daß Stahl einen höchst wesentlichen Umstand gänzlich übersehen hatte, nämlich daß der verbrannte Körper schwerer ist als der ursprüngliche. Nach seiner Theorie aber müßte erwartet werden, daß der verbrannte Körper leichter sei: denn die Verbrennung beruhte darauf, daß sich etwas von dem brennenden Körper abtrennte. Naive Gemüter werden nun geneigt sein anzunehmen, daß die Phlogistontheorie, nachdem dieser Umstand bemerkt und in Erwägung gezogen war, sofort verworfen worden sei. Dem ist aber nicht so gewesen; jeder Fortschritt in der Erkenntnis ist von den schmerzlichsten Gefühlen begleitet: wir lernen zweifeln an dem, was uns als das sicherste erschienen ist, an unserer Vernunft; es wird uns ja im Grunde zugemutet einzusehen, daß das, was wir für unsere Vernunft oder doch für einen Teil derselben gehalten haben, eigentlich ein Wahn gewesen ist. Diesen Gedanken erträgt der gewöhnliche Kopf nicht, es ist ihm zu Mute, als würde ihm der Boden unter den Füßen weggezogen, und je beschränkter und kurzsichtiger sein Blick ist, um so krampfhafter sucht er das festzuhalten, was er für Vernunft ansieht; alle möglichen Schliche und Kniffe werden ersonnen, um die Einheit zwischen Vernunft und Wirklichkeit wiederherzustellen. So war es beim Falle der Phlogistontheorie, so ist es noch heute, so wird es vermutlich bleiben. Unter den Vorstellungen, die damals zu jenem Zwecke erdacht wurden, ist die ungereimteste gewesen,

daß das Phlogiston eine negative Schwere besitze und so die Körper leichter mache, indem es sich mit ihnen verbinde. Freilich konnten dergleichen Annahmen nicht sehr lange vorhalten. Die Phlogistontheorie mußte fallen, denn sie widersprach den Thatsachen, und die Verbrennungstheorie Lavoisier's trat an ihre Stelle. Die Chemie hat, wie jedermann weiß, in den hundert Jahren, die unterdessen verflossen, eine ungemein reiche theoretische und praktische Entwickelung durchgemacht. Die »Metaphysik« befindet sich noch genau an der Stelle, bis zu welcher sie Kant geführt hat. »Ist sie Wissenschaft, wie kommt es, daß sie sich nicht, wie andere Wissenschaften, in allgemeinen und dauernden Beifall setzen kann? Ist sie keine, wie geht es zu, daß sie doch unter dem Scheine einer Wissenschaft unaufhörlich groß thut, und den menschlichen Verstand mit niemals erlöschenden und nie erfüllten Hoffnungen hinhält? Man mag also entweder sein Wissen oder Nichtwissen demonstrieren, so muß doch einmal über die Natur dieser angemaßten Wissenschaft etwas Sicheres ausgemacht werden; denn auf demselben Fuße kann es mit ihr unmöglich länger bleiben. Es scheint beinahe belachenswert, indessen daß jede andere Wissenschaft unaufhörlich fortrückt, sich in dieser, die doch die Weisheit selbst sein will, deren Orakel jeder Mensch befragt, beständig auf derselben Stelle herumzudrehen, ohne einen Schritt weiter zu kommen[1].« So schrieb Kant vor hundert und drei Jahren! Was haben die Philosophen von heute darauf zu erwidern?

8. In Abs. 8 lernen wir den Grundgedanken der »Revolution« kennen, welche Kant mit der Metaphysik vornahm. Er besteht darin, daß man annimmt, die Gegenstände richten sich nach unserer Erkenntnis. Dieser Gedanke wird mit nicht übermäßiger Bescheidenheit mit der That des Copernikus verglichen, welcher es wagte, »auf eine widersinnische, aber doch wahre Art«, die beobachteten Bewegungen nicht in den Gegenständen des Himmels, sondern in ihrem Zuschauer zu suchen. Infolge dieser Parallele ist Kant zu der Ehre gekommen, für den Copernikus der Philosophie gehalten zu werden. Insbesonders hat Albert Lange, der gelehrte und geistreiche, aber in allen Grundfragen unentschieden hin und her schwankende, durch und durch widersprüchige Verfasser der Geschichte des Materialismus, diesen Vergleich »bedeutungsvoll und stichhaltig« gefunden[2]. Das ist er nun nicht, er ist vielmehr zum größeren Teil unzutreffend. Ferner ist es geradezu ungereimt zu sagen, das Verfahren des Copernikus sei »widersinnisch« gewesen; das Gegenteil wird sich als wahr erweisen. Um beide Behauptungen zu rechtfertigen, muß man allerdings etwas weit ausholen: man muß eine Darstellung des ptolemäischen Systems geben. Indes wird unsere Weitschweifigkeit reichlich belohnt werden: wir werden die Natur der idealistischen Weltauffassung näher kennen lernen. In der Darstellung folge ich dem ausgezeichneten Lichtenberg[3]. Derselbe muß auch den Aprioristen durchaus unverdächtig erscheinen; denn was die erkenntnistheoretische Seite der Kopernikanischen

[1] Sämtliche Werke, Bd. III, S. 3.

[2] Geschichte des Materialismus von Friedrich Albert Lange, Bd. 2, S. 3.

[3] Georg Christoph Lichtenberg's vermischte Schriften. Neue vermehrte, von dessen Söhnen veranstaltete Originalausgabe. 1844. Bd. 5. S. 156.

Idee betrifft, so ist Lichtenberg durchaus Apriorist oder Idealist. Um dies darzuthun, will ich zunächst zwei Auslassungen Lichtenberg's hierher setzen. Er sagt: »Das Hauptverdienst des Copernikus bestand gerade darin, daß er mit Vernunft und Geometrie bewaffnet in dem großen Kampfe, den der Irrtum, von aller Macht des sinnlichen Scheins unterstützt, gegen zwei Jahrtausende mit der Wahrheit glücklich bestanden hatte, endlich durch einen entscheidenden Schlag den Sieg auf die Seite der letzteren lenkte.« Und »der Koloß des ptolemäischen Systems stützte sich hauptsächlich auf das simple Zeugnis der Sinne, den sinnlichen Schein. Dieses war eine mächtige Stütze und der Irrtum, sie für unerschütterlich zu halten, gewiß ein sehr verzeihlicher. Denn um die Schwäche derselben einzusehen, mußte man erst mit Mühe das für wahr halten lernen, wovon man täglich das Gegenteil vor Augen sah«. Lichtenberg[1] ist also wie Kant der Ansicht: 1) daß die Vernunft dem copernikanischen System vorherging und 2) daß das Verfahren des Copernikus widersinnisch war. Trotzdem wird aus seiner Darstellung das fast Entgegengesetzte folgen.

Dieselbe lautet: »Nach der Lehre des Ptolemäus ruhte die große, träge und unbehilfliche Erde vollkommen, sie war die Grundfeste alles Unbeweglichen und das Postament der Natur. Um diese als Mittelpunkt liefen Sonne, Mond und Sterne täglich einmal von Osten nach Westen herum. Doch hatten die Planeten, und dahin rechneten sie den Mond, den Merkur, die Venus, die Sonne, Jupiter und Saturn, noch ihre eigenen Bewegungen in einer der ersten entgegengesetzten Richtung, wodurch sie in gewissen bestimmten Zeiten um den ganzen Himmel herumkamen. In diesen Umlaufszeiten glaubte man zugleich eine Regel gefunden zu haben, die Verhältnisse der Entfernungen der Planeten von der Erde ungefähr danach zu bestimmen. Man hielt den langsamsten für den entferntesten und den schnellsten für den nächsten. So kamen der Mond und Saturn auf die Grenzen zu stehen und die Sonne, Mars und Jupiter wurden nach dieser Regel leicht zwischen jene angeordnet. Aber wo sollten nun Merkur und Venus hin? Sie waren weder langsamer, noch schneller, als die Sonne. Der Regel nach gehörten sie in die Sonne selbst. Dieses war ein schwerer Fall. Denn sollten sie nicht mit der Sonne in gleichen Entfernungen gehen, so war kein anderes Mittel übrig, als man mußte herauswürfeln, wo sie hin gehören sollten, beide darüber oder beide darunter, oder einer darunter und der andere darüber. Dieses geschah auch, und da die Würfel dem Einen nicht so fielen, wie dem Anderen, so finden sich auch unter den Alten hierin Verschiedenheiten. Nach dem Ptolemäus kamen beide unter die Sonne und der Erde näher zu liegen, als diese, und zwar Merkur zunächst an den Mond. Er suchte indessen dieser Willkür den Schein von Überlegung zu geben, und gab zum Bestimmungsgrund seiner Wahl die Schicklichkeit an, ebenso viele Planeten über die Sonne als unter dieselbe zu setzen. In dieser Schwierigkeit regte sich zum erstenmale das punctum saliens der ewigen, aber verkannten Wahrheit. Bei genauerer Untersuchung fanden sich neue und

[1] a. a. O. S. 214.

größere Schwierigkeiten. Während Sonne und Mond ihren Weg von Westen nach Osten mit ziemlicher Gleichförmigkeit fortsetzten, machten alle übrigen die seltsamsten Bewegungen von der Welt. Wie wollte man dieses erklären? Daß es sich mit diesen Bewegungen wirklich so verhielt, wie es aussah, haben diese Alten nicht geglaubt. Die Vollkommenheit der Natur heischte nach ihnen überall vollkommene Kreisbewegung und Gleichförmigkeit in diesen Bewegungen. Der Kreis war ihnen die vollkommenste Linie, ja das Sinnbild der Vollkommenheit selbst, er war ihnen bei diesen Hypothesen unverletzlich, er war ihnen wie heilig. So wie der Kreis, war es auch die Gleichförmigkeit der Bewegung in ihm. Diesen Satz als Grundsatz angenommen, war nun das große Problem, das Ptolemäus aufzulösen hatte, dieses: Die Bewegungen der Planeten, so wie sie uns am Himmel erscheinen, sind gegeben, ferner ruhe die Erde in der Mitte des Raumes, worin sie vorgehe: Es wird ein System von Kreisen gesucht, in welchen sich diese Weltkörper stät und gleichförmig bewegen, und worin dennoch diese Bewegungen von der Erde aus angesehen, gerade so erscheinen, wie wir sie in der Natur bemerken. Diese Aufgabe aufzulösen, waren vorzüglich zwei sehr auffallende Abweichungen von jener Regelmäßigkeit zu erklären, die, so sehr sie auch in den meisten Fällen miteinander verwickelt sind, die Alten doch sehr bald und geschickt zu trennen wußten, weil sich eine derselben bei der Sonne allein und unvermischt mit der anderen fand. Diese, welche sie die erste Ungleichheit nannten, stellte sich jedesmal und auf dieselbe Weise ein, wenn der Planet in dieselbe Gegend des Tierkreises kam, in welcher man sie zuerst bemerkt hatte. Diese hing also von der Umlaufszeit ab. Dieselben Ungleichheiten kamen daher beim Saturn alle 30, beim Jupiter alle 10, beim Mars alle 2 Jahre wieder. (Der Kürze wegen beschränkt sich Lichtenberg auf diese drei Planeten.) Auch die Sonne war ihr unterworfen. Die andere oder zweite Ungleichheit, wie sie hieß, richtete sich nicht nach den Punkten des Tierkreises, sondern bloß nach der Sonne, diese mochte übrigens stehen, wo sie wollte. Zu der Zeit nämlich, wenn der Planet mit Untergang der Sonne aufging, schien er immer größer und heller als sonst und ging schnell von Osten nach Westen, rückwärts. Befand er sich hingegen bei der Sonne, so war alles umgekehrt, der Planet schien kleiner und bewegte sich nun schneller vorwärts. In den Zwischenzeiten stand er eine zeitlang stille. Wie erklärte man dieses jenen Grundsätzen gemäß? Die erste Ungleichheit z. B. bei der Sonne zu erklären, wo sie sich unvermischt mit der zweiten zeigte, hatte man zwei Hypothesen, von denen Lichtenberg nur der einfachsten gedenkt. Man ließ die Sonne in einem Kreise gleichförmig fortgehen, setzte aber die Erde nicht in den Mittelpunkt dieses Kreises, daher er auch der Exzenter hieß. Dieses that den Erscheinungen nach dem geringen Grade von Präzision, womit man diese Erscheinungen selbst bestimmen konnte, beiläufig Genüge. Die zweite Ungleichheit und ihre Verbindung mit der ersten zu erklären, erforderte einen zusammengesetzteren Apparat. Es war bei den oberen Planeten folgender: Ein Kreis, dessen Mittelpunkt nicht mit dem Mittelpunkte der Erde zusammentraf, also auch ein Exzenter, wie vorher bei der Sonne. Auf diesem

bewegte sich aber der Planet selbst nicht, sondern bloß der Mittelpunkt eines anderen kleinern Kreises, in welchem sich der Planet gleichförmig bewegte. Diesen letzteren hieß man den Epicykel, und weil der Exzenter diesem gleichsam zum Leiter diente, ihn fortführte, so hieß eben dieser Exzenter auch der forttragende, fortleitende Kreis, der Leiter (circulus deferens). In diesem Leiter kam also der Mittelpunkt des Epicykels und folglich der Epicykel einmal in der ganzen Umlaufszeit des Planeten herum. Hingegen durchlief der Planet, als Trabant einer unsichtbaren Majestät (eigentlich eines ganz imaginären Punktes), seinen Epicykel einmal in der Zeit zwischen zwei seiner mittleren Konjunktionen mit der Sonne. Also Saturn etwa in 1 Jahr und 13 Tagen; Jupiter in 1 Jahr und 34 Tagen; Mars in 2 Jahren 49 Tagen. Man versteht leicht, daß durch den exzentrischen Leiter die erste, und durch den Epicykel die zweite Ungleichheit hauptsächlich erklärt werden sollte. Denn da der Planet nur einmal während seiner Umlaufszeit um die Erde in seine Erdferne, und einmal in seine Erdnähe kam, und diese Punkte, wie hier angenommen wird, in einer gewissen Gegend des Tierkreises festlagen: so konnten auch die Ungleichheiten, die von dieser veränderten Distanz des Planeten von der Erde nach optischen Gründen abhängen, nun immer an jenen Stellen des Tierkreises wiederkehren. Weil aber der Planet auch im Epicykel lief, so mußte er einem Auge auf der Erde bald vorwärts, bald rückwärts zu gehen, bald stille zu stehen scheinen. Es kommt nur darauf an, daß man dem Planeten in seinem Epicykel eine solche Richtung und Geschwindigkeit gibt, daß sich das Erste allemal ereignet, wenn er mit der Sonne in Konjunktion, das Zweite, wenn er mit ihr in Opposition ist; dann erfolgt das Dritte von selbst. Aber dieses alles reichte noch nicht hin, alle die Erscheinungen mit der Präzision zu erklären, mit der man sie schon damals beobachten konnte. Es mußte noch angenommen werden, daß der Mittelpunkt des Epicykels nicht gleichförmig auf seinem Fortleiter hinlief. Dieses mußte dem Manne schwer eingehen, dem gleichförmige Bewegung im Kreise heilig war. Hier regte sich das punctum saliens zum zweitenmale. Um also diese Gleichförmigkeit dennoch zu retten, geriet man auf eine Idee, die das auffallendste Beispiel, das sich denken läßt, von Selbsttäuschung ist, zu welcher hartnäckige Anhänglichkeit an eine Hypothese selbst einen Mann von Kenntnissen und Genie verleiten kann. Er nahm nämlich noch einen dritten Kreis, den Abgleicher (circulus aequans) an, aus dessen Mittelpunkt angesehen, die reelle Ungleichförmigkeit in der Bewegung des Mittelpunktes des Epicykels wenigstens gleichförmig schien.

»Mit dem Merkur und der Venus ging es nicht besser. Es fand sich sogar hier einiges, was neue Anstalten erforderte, um es in jenes Kreissystem zu zwingen. Ja, mit dem Monde selbst, dessen eigentlicher Umlauf um die Erde und Ort im System in keiner Hypothese verkannt worden war, sah es hier wegen anderer bemerkten Ungleichheiten womöglich noch ärger aus. Er lief nämlich auf seinem Exzenter in einem Epicykel so, daß, wenn es sich wirklich so verhalten hätte, sein Durchmesser zuweilen noch einmal so groß hätte erscheinen müssen als zu anderen Zeiten. Je genauer man die Phänomene selbst kennen lernte,

desto mehr häuften sich die Schwierigkeiten, und Beobachtungen, von denen man Bestätigung hätte erwarten sollen, nötigten zu neuen Ausflüchten und neuen Epicykeln. Bleibt man aber nur bei der ersten einfachsten Form stehen und bedenkt alle die Kreise, die jeder Planet durchlaufen müßte, bloß um die Sonne mit der zweiten Ungleichheit zu salutieren, da sie doch nichts weiter ist, als ein Planet wie er; bedenkt man, daß weder Saturn den Jupiter, noch Jupiter den Mars auf ähnliche Weise salutiert; auch Merkur die Venus nicht, und diese die Sonne nicht ganz so wie jene, und der Mond die Sonne weder wie jene noch wie diese, und nimmt sich die Mühe, bloß die Linie in Gedanken zu verfolgen, die zum Beispiel Mars in einem Jahrhundert durchlaufen müßte, wenn die Sonne selbst jährlich einmal um die Erde liefe, so ist es kaum möglich, sich nicht wenigstens einmal die Frage zu thun: sollte dieses alles wirklich so sein? — Und doch ist dieses nur erst die Bewegung des Planeten an sich, die ihm eigne. Nun bedenke man die gemeinschaftliche, und daß der Planet bei allen diesen Schraubengängen, die er zu machen hat, nicht vergessen muß, täglich einmal mit allen Fixsternen um die Erde zu laufen. Wahrlich hier ermüden die Flügel der kühnsten Phantasie und der thätigste Geist erschlafft und findet nicht, wo er fußen kann. Fragte man nach der Ursache der Bewegung dieser Körper, worunter wenigstens einige nicht klein sein konnten, so wurden die Schwierigkeiten noch von einer anderen Seite fast unüberwindlich. Der Trost, nach dem man in der Verzweiflung griff, es könne am Himmel wohl anders sein als hier, war wenigstens ein sehr leidiger Trost. Man gesellte den Planeten Intelligenzen zu, die sie durch den Himmel steuern mußten, und fürwahr, es war schon allein eine Intelligenz nötig, bloß den imaginären Mittelpunkt des Epicykels nicht aus dem Auge zu verlieren, der z. B. beim Saturn, Mars und Jupiter über 20 Millionen Meilen von dem Planeten hätte entfernt liegen müssen. Man schloß die Planeten in solide Sphären ein, die wie Zwiebelschichten ineinander steckten, und gab jeder derselben einen immateriellen Führer bei; die Zahl dieser Sphären belief sich zuletzt auf fünfundfünfzig. Dieses wurde endlich zu viel für freie, unbefangene Vernunft. Ordnung der Natur und ordnender Verstand, wenn sie sich im Freien begegnen, kündigen sich einander nicht so an. Dieses wurde auch zuweilen stark gefühlt, auch gesagt, obgleich dieses verworrene System noch außer dem Schutz aristotelischer Infallibilität, sich, von Priesterdespotie unterstützt, für einige seiner Hauptsätze auch den Titel von Göttlichkeit sehr früh zu erschleichen gewußt hatte.«

Aus dieser Darstellung geht hervor, daß nur zwei sinnliche Data der Lehre des Ptolemäus zu Grunde liegen: 1) die scheinbare Ruhe der Erde, 2) der scheinbare Auf- und Niedergang der Gestirne. Die übrigen Momente waren mystischer und vor allem theologischer Natur. Der Kreis wurde als das Sinnbild der Vollkommenheit angesehen, folglich mußten die himmlischen Gestirne eine Kreisbewegung haben. Daß die Erde der Mittelpunkt des Weltalls sei, daß die Gestirne nur zur Beleuchtung und Verschönerung jener zu dienen hätten, das entsprach vollkommen den ungeheuerlichen Vorstellungen, durch welche spekulative Willkür den Geist

des Menschen verwirrt hatte. Suchte man nun diese Annahmen und mystisch-religiösen Anschauungen mit den sinnlich wahrgenommenen Bewegungen der Gestirne in Übereinstimmung zu bringen, so entstand ein System, das nach LICHTENBERG »das feinste, künstlichste und dabei sonderbarste Gewebe von Scharfsinn, Spitzfindigkeit und Verblendung ausmacht, auf welches der menschliche Geist wohl je geraten ist«. Wie man sieht, zeichnet sich gerade das ptolemäische System durch seine »idealen« Faktoren aus: Vernachlässigung der sinnlich auffindbaren Daten, spitzfindiger Scharfsinn und Hochmut. Denn was ist es anderes, wenn sich der Mensch einbildet, daß diese ganze Welt nur um seinetwillen da ist? Kann menschliche Eitelkeit eine überschwenglichere Blüte treiben und ist das ptolemäische Weltsystem etwas anderes als der rationalisierte Ausdruck dieses Hochmutes? Dagegen waren von den sinnlichen Daten nur die gröbsten, augenfälligsten berücksichtigt worden. In der Zuschrift an den Papst PAUL III., welche COPERNIKUS seinem Werke »de revolutionibus orbium coelestium« vorgesetzt hatte, beruft er sich gerade darauf, daß das ptolemäische System der Erfahrung widerspricht und seine Voraussetzungen fortwährend wechselt. »Was mich«, sagte er darin ungefähr, »auf den Gedanken brachte, die Bewegungen der himmlischen Körper anders als gewöhnlich zu erklären, war, daß ich fand, daß man bei seinen Erklärungen nicht einmal mit sich selbst eins war. Der Eine erklärte so, der Andere anders und keiner that den Phänomenen ganz Genüge. Wenn es an einem Ende gut damit ging, so fehlte es dafür am anderen. Ja man blieb nicht einmal den Grundsätzen, die man doch angenommen hatte, getreu. Daher war es auch nicht möglich, dem Ganzen eine gewisse stäte symmetrische Form zu geben. Es glich vielmehr einem Gemälde von einem Menschen, wozu man Kopf und Füße von diesem, die Arme und die übrigen Teile von jenem genommen hatte, wovon aber keines zum anderen paßte, also eher einem Monstrum als einer regelmäßigen Figur. Verfolgt man den Gang der dabei gebrauchten Schlüsse, so findet sich, daß bald etwas fehlt, bald etwas da ist, was nicht dahin gehört. Wären aber auch alle Voraussetzungen richtig, so müßte doch die Erfahrung auch alles bestätigen, was man daraus folgern kann; das ist aber der Fall nicht. Da ich nun lange bei mir über die Ungewißheit dieser Lehre nachgedacht hatte, so war es kränkend für mich zu sehen, daß der Mensch, der doch so vieles so glücklich erforscht hat, noch so wenig sichere Begriffe von der großen Weltmaschine habe, die der größte und weiseste Weltmeister, der Schöpfer der Ordnung selbst, für ihn dahin gestellt hat. Ich fing zu dem Ende an, so viel Schriften der Alten zu lesen, als mir aufzutreiben möglich war, um zu sehen, ob nicht irgend einer unter ihnen anders über die Sache gedacht habe als die Weltweisen, die jene Lehre öffentlich in den Schulen gelehrt hatten«. COPERNIKUS las also. Die erste Stelle, die ihm auffiel, fand er bei CICERO und eine zweite bei PLUTARCH. In jener wird gesagt, daß NICETAS von Syrakus geglaubt habe, der Himmel, Sonne, Mond und alle Sterne stünden überhaupt stille und außer der Erde sei nichts beweglich in dem Weltgebäude, diese aber drehe sich mit großer Schnelligkeit um ihre Achse und so scheine es, als drehe sich der Himmel

und die Erde stände stille. In der zweiten teilt Plutarch ebendasselbe von dem Pythagoräer Ekphantus und Heraklides aus Pontus mit und versichert ferner, daß auch der Pythagoräer Philolaus gelehrt habe, die Erde drehe sich um das Feuer in einem schrägen Kreise, dergleichen die Sonne und der Mond durchliefen. »Dieses gab mir nun« — fährt Copernikus in seiner Erwiderung an den Papst fort — »Veranlassung, über die Beweglichkeit der Erde nachzudenken. Ob nun gleich eine solche Meinung absurd schien, so dachte ich doch, man würde auch mir eine Freiheit nicht versagen, die man so vielen Anderen vor mir zugestanden hatte, nämlich beliebige Kreise und Bewegungen anzunehmen, um daraus die Erscheinungen am Himmel zu erklären. Als ich nun anfing, die Erde sowohl um ihre Achse, als um die Sonne beweglich zu setzen, und dieses mit meinen lange fortgesetzten Beobachtungen verglich, so fand sich eine solche Übereinstimmung mit den Phänomenen und alles fügte sich nun so gut zusammen, daß kein Teil mehr verrückt werden konnte, ohne alle die übrigen und das Ganze dadurch zu verwirren«. Lichtenberg, dessen aprioristische Auffassung bezüglich der erkenntnistheoretischen Seite, welche die That des Copernikus darbietet, durch seine obigen Äußerungen außer allem Zweifel gesetzt ist, macht nun folgende kostbare, weil ganz und gar zutreffende Bemerkung: »In den Alten finden sich ein paar Stellen, worin im Vorbeigehen gesagt wird, die Erde drehe sich um ihre Achse und laufe in einem Kreis um das Feuer. Diese Behauptungen zeichnen sich durch nichts vor vielen anderen aus, die man bei den Alten antrifft und deren Unrichtigkeit anerkannt ist. Tausende hatten sie gelesen und nicht geachtet. Es wird dabei nichts bewiesen und nichts darauf gegründet[1].«

Was war also zunächst der ideale, »widersinnische« Faktor des copernikanischen Systems? Ein Aperçu, ein bloßer Einfall, eine Idee, so gut oder so schlecht wie Millionen andere, auf welche die Menschen aus langer Weile oder aus innerer Nötigung im Laufe der Zeiten verfallen und die heute in völlige Vergessenheit geraten sind. Und was allein rettete die copernikanische Idee vor solcher Vergessenheit? Nichts anderes als ihre Übereinstimmung mit sämtlichen Daten der Erfahrung! Was aus der Theorie des Copernikus logisch entwickelbar ist, das läßt sich durch die Aufeinanderfolge der Bewegungen der Gestirne wiederum anschaulich erweisen, folglich haben wir darin nur ein Gedankenschema, welches durch Anpassung der Begriffe an jene Erscheinungen, durch Unterordnung der »Vernunft« unter sinnlich gewisse Thatsachen erhalten worden ist. Damit kommen wir zu einem entgegengesetzten Resultat: nicht »widersinnisch«, sondern eminent sinnlich ist das Verfahren des Copernikus gewesen. Was aber hat das Verfahren Kant's mit dem des Copernikus gemein? Absolut gar nichts! Denn während bei diesem die Summe aller durch die Erfahrung festgestellten Thatsachen bezüglich der Annehmbarkeit einer wissenschaftlichen Idee entscheidet, erhebt sich jener nicht bloß über alle und jede Erfahrung, sondern auch, während er Ver-

[1] a. a. O. S. 194.

stand oder Vernunft zu prüfen meint, über diese selbst, indem er von allem absieht, was Verstand hervorgebracht. Im konsequenten Verfolg seiner Voraussetzungen kommt Kant zu der Ungeheuerlichkeit, die Funktionen des Verstandes an und durch diese selbst zu messen, ein Unternehmen, welches im Grunde so ungereimt ist, als wenn man eine gegebene Größe bestimmen wollte, indem man sie mit ihr selbst vergleicht. Anderseits aber muß wieder anerkannt werden, daß diese Ungereimtheit der logisch einzig mögliche Ausweg war, wenn die Annahme gültig blieb, daß der Verstand ein ursprüngliches, sich selbst Norm seiendes, aus sich schöpfendes Vermögen sei. Nimmt man diese Grundansicht als richtig an, so muß man auch das Verfahren Kant's als vollkommen korrekt, ja, wie hervorgehen wird, als von ganz besonderer Einsicht und Überlegenheit zeugend anerkennen. Denn ist der Verstand dieses ursprüngliche Vermögen, so müssen ihm, der Wissenschaft und Kunst, Recht und Moral, Schutz vor den Unbilden, Härten und Grausamkeiten der Natur, mit einem Worte alles das, was wir als Kultur bezeichnen, geschaffen hat und noch schafft, ohne Zweifel ganz besondere Vorrechte eingeräumt werden. Der Verstand, also aufgefaßt, muß nicht bloß vor den sinnlich gegebenen Dingen, welche gleichsam nur die Materialien bilden, mit welchen er baut und schafft, oder welche er beliebig umformt, um sie seinen Zwecken dienstbar zu machen, sondern auch vor der Erfahrung etwas voraus haben, den »Primat« besitzen, er kann nicht bloß bei ihr »betteln gehen«, es müssen ihm ureigene, ewige Qualitäten zuerkannt werden. Denn der einzelnen Erfahrung ist im Vergleich mit der wissenschaftlichen Erkenntnis der Charakter des Zufälligen und Subjektiven aufgedrückt; sie verhält sich zu ihr wie das Individuum zur Gattung, wie der einzelne Fall zur Regel, wie das blinde Tappen zur klar bewußten Sicherheit, wie der Traum zum Bewußtsein. So ist, wie das Wesen Kant's, auch unsere Meinung über ihn geteilt: wir vermögen sein Prinzip nicht als richtig anzuerkennen, wir müssen sein Verfahren in mancher Hinsicht scharf tadeln, aber anderseits können wir doch nicht umhin, seiner Einsicht und Überlegenheit Bewunderung zu zollen. Indes so groß auch die Unterschiede in der Methode des idealistischen und realistischen Kritizismus in den nachfolgenden Untersuchungen an manchen Punkten sich herausstellen mögen, schließlich wird sich doch finden, daß der letztere nur das umgekehrte Verfahren des ersteren beobachtet: der Idealist setzt Vernunft und Verstand an den Anfang, der Realist an das Ende. Aber darin sind beide einig, daß Vernunft uns beherrschen und erleuchten soll, daß sie das höchste Vermögen ist, welches der Mensch besitzen kann. Und so dürfte auf den Kampf die Versöhnung folgen.

9. In den Absätzen 9—11 tritt jene Seite in Kant hervor, die ihn als Menschen verehrungswürdig erscheinen läßt, als Philosophen aber am erheblichsten belastet. Die Philosophie ist lediglich und allein Wahrheitsforschung. Die Wahrheit kann aber nicht erkannt werden, wenn neben ihr noch ein anderes Moment vorhanden ist, welches auf den Gang der Untersuchung Einfluß übt; dieses Moment ist bei Kant moraltheologischer Art, freilich in ganz eigentümlich scharfsinniger, man möchte fast sagen schlauer Weise modifiziert. Das Problem bestand darin, zu beweisen,

daß die Freiheit neben dem Gesetze der Kausalität bestehen könne. Wir wollen hier von dem rein spekulativen Prinzip der transscendentalen Freiheit, wie Kant es nannte, und dem er durch das Prinzip der absoluten Kausalität auch eine Art Begründung gab, absehen und das Problem in einfacherer und mehr populärer Fassung aufrollen. So wie diese Welt uns erscheint, gab Kant zu, daß darin alles, sowohl das Physische wie das Psychisch-moralische, dem Grundsatze der Kausalität oder dem »Naturmechanismus« gemäß sich entwickle. Der Grundsatz der Kausalität besagt aber, daß alles, was in die Erscheinung tritt, als Wirkung angesehen werden muß, die unabänderlich so sich gestalten mußte, wie sie sich gestaltet hat, nachdem sämtliche Bedingungen dazu gegeben waren. Dieses Verhältnis erschien Kant als Moralphilosophen unerträglich und ganz mit Recht: er sah die Verantwortlichkeit, welche wir bezüglich unserer sittlichen Handlungen zu übernehmen haben, in Frage gestellt. Denn gesetzt, ein Mensch verübt ein Verbrechen oder eine moralisch verwerfliche Handlung, so erschiene uns diese, wenn wir sie lediglich nach dem hier entwickelten Gesichtspunkte der Kausalität beurteilen wollten, als notwendig; denn, so müßten wir schließen, das Verbrechen mußte begangen werden, weil die es bedingenden Ursachen gegeben waren. Auf diese Weise erschienen uns moralische Handlungen als bloße Naturerscheinungen, deren Ursachen wir weder verhüten noch hervorrufen können. Nun ist klar, daß bei Naturerscheinungen von einer Verantwortlichkeit keine Rede sein kann. Denn wenn z. B. ein herabfallender Stein einen vorübergehenden Menschen erschlägt, so erscheint uns zwar ein solches Ereignis als im höchsten Grade betrübend, gleichwohl aber erscheint es als völlig sinnlos, wenn wir für dasselbe den Stein oder die Höhe, die er durchfiel, oder die Anziehung der Erde, die das Herabfallen bewirkte, oder den Menschen selbst, der zufällig vorüberging, oder den, der ihn zu diesem letzten Gange veranlaßte, verantwortlich machen wollten. Um nun die moralische Verantwortlichkeit in Sicherheit zu bringen, ohne das Gesetz der Kausalität anzutasten, statuierte Kant, daß zwischen den Dingen an sich und ihrer Erscheinung zu unterscheiden sei und daß der Satz der Kausalität nur auf die letztere Anwendung finde. Abs. 2 dieser kritischen Erörterungen wurde anerkannt, daß die Unterscheidung des »Ding an sich« eine äußerst glückliche und völlig berechtigte ist. Das Ding an sich, damit stimmen wir mit Kant vollkommen überein, ist für uns schlechterdings unerkennbar. Aber warum denn? Weil das Ding an sich das aus jedem Zusammenhang mit der ganzen übrigen Welt gedachte Ding ist und weil einem solchen schlechterdings keine Eigenschaften beigelegt werden können. Bezüglich der Eigenschaften der Dinge wurde aber ebenda gezeigt, daß sie nicht sowohl »Eigenschaften« sind, sondern vielmehr die Beziehungen oder Wechselwirkungen und Verhältnisse der Dinge unter sich oder zu uns ausdrücken. Ein Körper, der ganz allein im Weltenraume existierte, besäße nicht eine einzige Eigenschaft; selbst die allgemeinste Eigenschaft der Körper, die Schwere, müßte ihm fehlen. Denn da ein Körper nur dann eine Anziehung äußern kann, wenn ein zweiter Körper gegeben ist, den er anzieht und von dem er angezogen wird, so ist klar, daß ein für sich existierender Körper

der Schwere ermangeln würde. Analog verhält es sich mit allen Eigenschaften, und es ergibt sich so erstens, daß das Ding an sich ein wohl begründbarer, ja ein durchaus notwendiger philosophischer Begriff ist. Nun wird aber zweitens in den beregten Absätzen 9—11 das »Ding an sich« mit einer Funktion betraut, die mit der rein philosophischen Betrachtung nichts zu thun hat und insofern abgewiesen werden muß; es tritt als moraltheologisches Postulat, in Wahrheit als Lückenbüßer auf, welcher den zwischen der sittlichen Freiheit und dem Kausalgesetz gähnenden Abgrund auszufüllen hat. Drittens aber erscheint das »Ding an sich« auch noch als philosophisches Postulat. Kant, als unbeugsamer, konsequenter Idealist, mußte nämlich versuchen, diese anschaulich gegebene Welt in lauter abstrakte Begriffe aufzulösen. Dieser Versuch ist ihm so vorzüglich gelungen, daß er selbst höchlich betroffen war, weil er dadurch den Rest des Empirismus, den er aus seiner Locke-Hume'schen Periode zurückbehalten hatte, bedroht sah. Er mußte also anderseits bedacht sein, die Realität der Welt zu rekonstruieren, und dazu diente ihm unter anderen auch das Ding an sich, »denn sonst«, wie es in der Vorrede heißt, »würde der ungereimte Satz folgen, daß Erscheinung ohne Etwas wäre, was da erscheint«. Aus alledem wird klar, daß das mit so verschiedenen Funktionen belastete »Ding an sich« den Grund zu einer großen Anzahl von Mißverständnissen geben mußte, die nur durch eine vorurteilsfreie Untersuchung gehoben werden können. Denn vermöge seiner proteusartigen Natur vermochte es überall da einzuspringen, wo der Faden der exakten Auffassung abriß. — Bei näherem Zusehen bemerkt man aber, daß mit dieser gedachten Freiheit das Problem gar nicht gelöst, sondern nur zurückgeschoben ist. Denn was nützt diese transscendentale Freiheit, wenn sie selbst ein Ding an sich ist, das als solches nicht bestimmt werden kann und das, sowie es zur Erscheinung wird, d. h. sich zum Handeln anschickt, in den Naturmechanismus eintritt und so der Succession von Ursache und Wirkung unterliegt? Kant war so naiv zu glauben, daß die Freiheit schon gerettet sei, wenn sie ohne Widerspruch gedacht werden könne. Als echter Idealist verkennt er nämlich die Natur unseres Denkens und muß sie verkennen. Gerade die Willkür in unserem Denken ist die Quelle alles Irrtums. Gedacht und zwar widerspruchsfrei kann schlechterdings alles werden. Die Kunst ist nur die, daß man die Begriffe so formuliert und so artikuliert, »daß man sich nur nicht selbst widerspricht, welches in synthetischen, obwohl gänzlich erdichteten Sätzen gar wohl möglich ist« (vergl. oben S. 17). Obgleich Kant wußte, daß durch solch willkürliche Synthesis gänzlich erdichtete Begriffe aufgestellt werden können, so ist es ihm doch entgangen, daß er selbst solche Kunstgriffe, und leider in sehr ausgedehntem Maße geübt hat. Ich will dies gleich an einem Beispiele zeigen, welches die zweite Vorrede darbietet. Ich habe bereits behauptet — die ausführlichen Nachweise werde ich später geben —, daß die ganze transscendentale Ästhetik und Analytik auf dogmatischem Wege entstanden ist. Kant hat das auch gefühlt, war aber zugleich der festen Überzeugung, daß er nur Kritik gepflogen habe. Was thut er nun, um den Dogmatismus mit seinem angeblich kritischen Verfahren zu ver-

einbaren? Er bestimmt ruhig, »daß die Kritik nicht dem dogmatischen Verfahren der Vernunft in ihrem reinen Erkenntnis, als Wissenschaft entgegengesetzt sei, denn diese muß jederzeit dogmatisch, d. i. aus sicheren Prinzipien a priori strenge beweisend sein, sondern dem Dogmatismus«. Dieser selbst wird »als das dogmatische Verfahren der reinen Vernunft, ohne vorangegangene Kritik ihres eigenen Vermögens« bestimmt. Auf diese willkürliche Weise wird das dogmatische Verfahren, in Wahrheit aber der Dogmatismus zu einem Merkmal der Kritik gemacht und der Kritiker ist im Handumdrehen ein Dogmatiker oder beide sind zu einer logisch legitimierten Persönlichkeit verschmolzen.

10 u. 11. Das moralphilosophische Problem, welches in unseren Absätzen aufgeworfen wird, soll in diesen Untersuchungen überhaupt nicht behandelt werden, um das Feld für das rein Philosophische frei zu behalten. Zur Beruhigung allzu ängstlicher Gemüter möchte ich jedoch hinzufügen, daß der Moral von seiten der realistischen Weltauffassung nicht die geringste Gefahr droht; im Gegenteil: sie wird ganz bedeutend an überzeugender Kraft gewinnen, denn sie wird aus der wahren Natur des Menschen und seiner gesellschaftlichen Vereinigung entwickelt werden. Es ist der verächtlichste, freilich wirksamste Kniff der heutigen, saft- und kraftlos gewordenen Idealisten, wenn sie behaupten, daß die realistische oder materialistische Weltauffassung zur Aufhebung der Moral und somit zum Bestialismus führen. Sollte dies ab und zu doch auch ehrliche Überzeugung sein, so muß ich noch hinzufügen, daß den Idealisten hierin wieder einmal eine grobe Verwechselung passiert ist: nicht die Moral, sondern die spekulativen Moralsysteme sind bedroht. So ist das von Kant aufgestellte aus einem analogen Grunde nicht haltbar, aus welchem seine Erkenntnistheorie unrichtig ist: wie er in dieser eine Vernunft an sich zum Prinzip setzte, so in jener eine Moral an sich, d. h. eine Moral ohne Bezugnahme auf die gesellschaftliche Entwickelungsstufe der Menschen. Ein solches Moralsystem konnte allerdings nur vermittelst des »Schulstocks« des kategorischen Imperativs aufrecht erhalten werden.

12. In Abs. 12 lernen wir Kant schließlich von seiner erhabensten Seite kennen, von jener, welche seine wahre geschichtliche Größe ausmacht. Bis zu Kant war die deutsche Philosophie die dienstfertige Magd der Theologie; wenn sie zwar nicht alle Glaubenssätze beweisen konnte oder wollte, so bewies sie doch die obersten. Im Sinne der Leibnitz-Wolf'schen Philosophie waren Gott, Freiheit und Unsterblichkeit so sicher bewiesen, als daß $2 \times 2 = 4$ ist. Hier griff Kant zerstörend und »alles zermalmend« ein. Er zeigte, daß wir die Wahrheit dieser drei Postulate schlechterdings nicht beweisen können und »hob« — um mit ihm zu sprechen — »hier das Wissen auf, um zum Glauben Platz zu bekommen![1]« »So hat er aus der Philosophie den Theismus eliminiert, da in

[1] Ich muß hier kurz bemerken, daß die angeführte Stelle in einer ganz merkwürdigen Weise und zwar von beiden Seiten mißverstanden worden ist. Die theologisierenden Philosophen schlossen aus derselben, daß Kant dem Glauben den Vorrang vor dem Wissen eingeräumt habe; so J. E. Erdmann in seinem „Grundriß der Geschichte der Philosophie" II. Bd. 1870, S. 337. Die Realisten und

ihr, als einer Wissenschaft und nicht Glaubenslehre nur das eine Stelle finden kann, was entweder empirisch gegeben oder durch haltbare Beweise festgestellt ist.[1]« »Welche Wohlthat für den menschlichen Geist![2]« Aber auch auf diese wichtige und wahrhaft epochemachende That des Kant'schen Kritizismus können wir hier nicht weiter bezugnehmen. Jedoch erkennen wir es als die oberste Pflicht eines Philosophen, daß er Glaubensartikeln keinen Einfluß auf seine Untersuchungen gestattet. Der Glaube hat, wenn er dessen bedarf, seine Rechtfertigung in sich selbst zu suchen und zu finden, die Wissenschaft muß ihm hierin jeden Handlangerdienst versagen.

Sensualisten hingegen erhoben auf Grund ebenderselben die Anklage, daß Kant rückfällig geworden sei und gleichsam das Wissen an den Glauben verraten habe (vergl. Carl Göring, „System der kritischen Philosophie" II. Bd. S. 120). Beide Behauptungen besagen dasselbe, die Verschiedenheit des Ausdrucks ist nur die Folge der gegensätzlichen Auffassung von Wissen und Glauben. Jedoch sind beide materiell falsch: Kant wollte nur sagen, daß es in Glaubenssachen kein Wissen, keine Erkenntnis und keine Demonstration einer solchen gebe. Und um dies zu beweisen, ist ja die Vernunftkritik zum Teil geschrieben worden. Die viel umstrittene Stelle ist also nicht die Folge einer Rückfälligkeit Kant's, sie zeugt vielmehr von seinem lauteren wissenschaftlichen Sinne und steht im besten Einklange mit dem Geist seiner Vernunftkritik.

[1] Schopenhauer, sämtliche Werke II. Bd. S. 606.

[2] Ebenderselbe, V. Bd. S. 105.

Grundlinien einer allgemeinen Psycho-Physiologie.

Von

A. Herzen (Lausanne).

(Fortsetzung.)

Indirekter Beweis.

I.

Was ist Stoff und Kraft? — Wenn man diese Worte in ihrer gebräuchlichen Bedeutung auffaßt, gelangt man leicht zu dem Glauben, eine sehr klare Idee von dem zu besitzen, was sie bezeichnen: Stoff und Kraft wären zwei Dinge, die nicht nur derart unabhängig von einander sind, daß eines ohne das andere zu existieren vermag, sondern sogar Dinge von entgegengesetzter Natur, die in beständigem Konflikt miteinander sind; der Stoff ist etwas Passives, Träges, das sich nur unter dem Einflusse der Kraft bewegt, die Kraft dagegen etwas wesentlich Aktives, das den Stoff bewegt und hierdurch die Veränderungen hervorruft, aus welchen sämtliche Erscheinungen des Universums bestehen.

Prüfen wir diese populäre Auffassung jedoch näher, so bemerken wir alsbald, daß sie keinerlei Begründung besitzt, aus dem einfachen Grunde, weil wir über das innere Wesen von Kraft und Stoff absolut nichts wissen; infolge dieser Unwissenheit sind wir nicht berechtigt, eine Unterscheidung zwischen ihnen festzustellen, welche die Möglichkeit voraussetzt, sie jede gesondert und direkt zu erkennen, während wir sie in Wirklichkeit nur indirekt, eines durch das andere, erkennen: den Stoff durch seine dynamischen, die Kraft durch ihre materiellen Erscheinungsweisen. Da es ferner unmöglich ist, sie in Wirklichkeit von einander zu trennen, so sind wir zu der Vermutung berechtigt, daß die Trennung derselben in zwei Wesenheiten nur eine Selbsttäuschung unseres Geistes sein möge, die vielleicht einzig und allein in der uns eigentümlichen natürlichen Beschaffenheit ihren Grund hat, und daß in Wirklichkeit Kraft und Stoff nur ein und dasselbe Prinzip seien.

Untersuchen wir beispielsweise die gewöhnliche Thatsache eines sich bewegenden Körpers, eines in die Luft geworfenen Steines, den wir vor unseren Augen vorbeifliegen sehen. Wir glauben in dieser Erscheinung

drei Dinge zu unterscheiden: die Bewegung, den bewegten Körper und die Ursache der Bewegung. Wie verhält es sich nun mit diesen drei Dingen?

1. Was ist Bewegung? — Was Bewegung an sich ist, das ist uns vollständig unbekannt; wir wissen nur, daß sie für uns nichts anderes ist als eine Reihe von aufeinander folgenden Empfindungen. Bald sind es nur Tastempfindungen, wenn ein fremder Körper verschiedene Punkte unserer Haut nacheinander berührt; bald Tast- und Muskelempfindungen, wenn wir selbst eine Bewegung machen und nacheinander mehrere Punkte eines anderen Körpers oder mehrere Körper berühren; bald Muskel- und Gesichtsempfindungen, wenn wir sehen, daß ein Teil unseres eigenen Körpers sich bewegt, bald nur Muskelempfindungen, wenn wir ein Glied bewegen, ohne es zu sehen und ohne etwas zu berühren; bald sind es schließlich nur Gesichtsempfindungen, wenn wir, selbst ohne Bewegung verharrend, sehen, daß ein Körper seine Lage in Hinsicht auf einen anderen Körper verändert. Aber immer und ohne Ausnahme sind nur Empfindungen vorhanden, nichts als Empfindungen; aus diesen besteht alles, was wir von der Bewegung wissen, und der Begriff des Ganzen, den wir uns von derselben bilden, ist nur eine Verallgemeinerung oder eine Abstraktion von einander ähnlichen Reihen oder Gruppen von Empfindungen.

2. Wo Bewegung ist, muß auch irgend Etwas vorhanden sein, das sich bewegt oder das bewegt wird; dieses Etwas ist eben, nach der gewöhnlichen Ansicht, ein Körper, d. h. ein materielles Objekt. Ein materielles Objekt aber ist ein Teil der Materie, des Stoffes im allgemeinen; was ist nun eigentlich der Stoff?

In Hinsicht auf seine Beschaffenheit gibt es mehrere Hypothesen; die am meisten plausible, die nützlichste, diejenige, welche die größte Anzahl von Thatsachen erklärt, ist die atomistische Hypothese, nach welcher der Stoff aus unendlich kleinen Teilchen besteht, die einander nicht unmittelbar berühren, sondern sich stets in einer unendlich kleinen Entfernung von einander befinden; jedes Teilchen ist von einer Atmosphäre eines äußerst feinen unwägbaren Stoffes umgeben, dem sogenannten Äther. Die von ihrer Atmosphäre umgebenen Atome bilden die Dynamiden, die Dynamiden verschiedener Arten, verschiedenartig zusammengesetzt, bilden die Moleküle, und die Moleküle verschiedener Arten, verschiedenartig gruppiert, bilden die Körper.

Was ist nun Sicheres in diesen Erklärungen enthalten? — Sehr wenig, vielleicht nichts. Einige Autoren leugnen die Existenz des Äthers und glauben, bei der Erklärung der Naturerscheinungen seiner entbehren zu können; Andere leugnen die Existenz der wägbaren Materie und nehmen nur die des Äthers an, mit dessen Hilfe sie vermeinen, alles ebensogut erklären zu können wie die ersteren; die Mehrzahl der Gelehrten neigt zu der Annahme von der Existenz des Äthers und der Atome wägbarer Materie. Was aber sind nun diese Atome? Nach der Mehrzahl der Physiker und Chemiker sind es unteilbare Partikel, welche die kleinste Quantität eines chemischen Elementes darstellen, das noch eine Verbindung mit einem anderen Elemente eingehen kann. Diese

Ansicht wird jedoch durchaus nicht von allen geteilt: die Einen betrachten die Unteilbarkeit der Atome als eine absolute, Andere halten sie für eine relative; die Einen schreiben den Atomen eine bestimmte und für jedes Element spezifische Form zu, Andere dagegen, in Erwägung der logischen Unmöglichkeit, die Teilbarkeit eines Körpers nur bis zu einer gewissen Grenze anzunehmen, auch wenn die letztere so weit als man wolle zurückgeschoben werde, betrachten den Stoff als unendlich teilbar; Einige führen die Atome bis zu einfachen mathematischen Punkten zurück, welche trotz des klar zu Tage tretenden Widerspruches den Charakter der Materie beibehalten; Andere erklären mit strengerer Konsequenz, daß die Atome, um unteilbar sein zu können, auch keine Ausdehnung besitzen dürfen; Andere endlich, die noch konsequenter sind, leugnen vollständig die Stofflichkeit der Atome und betrachten sie als reine Kraftzentren, als dynamische Monaden, die vollkommen immateriell seien.

Was bleibt bei diesem Wirrsal von widersprechenden und unvereinbaren Meinungen von der Materie übrig? Einzig und allein: ihre Undurchdringlichkeit, d. h. der Widerstand, den sie der Bewegung entgegensetzt. Was ist aber dieser Widerstand? — Was er an sich ist, entzieht sich vollkommen unserem Wissen; für uns ist er nichts anderes als die Empfindung, welche wir wahrnehmen, wenn wir einen Teil unseres Körpers bewegen und bei der Fortsetzung der Bewegung auf ein Hindernis stoßen, oder wenn ein fremder Körper uns stößt, während wir unbewegt sind und jener gezwungen ist, in seiner Bewegung innezuhalten. Was wir in diesem Falle empfinden, wenden wir mittels Analogie auf das Zusammentreffen zweier beliebiger Körper an und wir verallgemeinern diese Empfindung, indem wir sagen, daß jeder Körper sich der Bewegung eines anderen Körpers widersetze. Das einzige Kriterium folglich, welches wir für die objektive Existenz der Materie besitzen, beschränkt sich für uns ausschließlich auf eine Empfindung der verhinderten Bewegung; der bewegte Körper sowohl als die Bewegung sind also für uns nur eine Reihe oder eine Gruppe von Empfindungen, und die Vorstellung, welche wir uns gewöhnlich von der Materie machen, ist eine aus ähnlichen Reihen oder Gruppen von Empfindungen gebildete reine Abstraktion. Hiernach könnte eine Definition der Materie folgendermaßen lauten: »Wir nennen Materie alles, was mittelbar oder unmittelbar einer von uns direkt oder indirekt hervorgerufenen Bewegung einen Widerstand entgegensetzt, und zwar auf eine Weise, welche die größte Analogie mit unseren passiven Zuständen besitzt.«

3. In unserem Beispiele haben wir noch ein Element zu prüfen: die Ursache der Bewegung. Die landläufige Definition von Kraft sagt geradezu, daß sie die Ursache der Bewegung sei; wenn sich dies derart verhält, so wird unsere Frage: »Was ist Kraft?« sich in die Frage umwandeln: »Was vermag eine Bewegung hervorzubringen?« Da nun eine Bewegung nur von einer anderen Bewegung hervorgerufen werden kann, so kann auch die Kraft nichts anderes sein als eine mitgeteilte oder übertragene Bewegung.

Wenn ich einen Stein fortschleudere, so führe ich eine Bewegung aus, welche meinerseits eine gewisse Anstrengung erfordert; die Muskelempfindungen, welche diese Anstrengung begleiten, bringen die letztere mir zur Wahrnehmung; der Stein fliegt dahin, durch meine Kraft belebt; ich habe ihm etwas von mir selbst mitgeteilt, — aber was eigentlich? Nichts als eine gewisse Quantität von Bewegung; ich bin die Ursache von der Bewegung des Steines, ich bin die Kraft, die ihn aus der Ruhe herausgerissen. Und eben diese rein subjektive Empfindung, welche wir wahrnehmen, wenn wir handeln, ist es, die wir aus uns nach außen übertragen, wenn wir sehen, daß ein Körper eine Bewegung annimmt, die er vorher nicht besaß; und derartig objektiviert nennen wir sie Kraft.

Die Vorstellung, welche wir uns gewöhnlich von der Kraft machen, ist folglich auch nur eine Abstraktion, hervorgegangen aus Reihen oder Gruppen von analogen Empfindungen, und wir könnten die Kraft auf folgende Art definieren: »Wir nennen Kraft alles, was mittelbar oder unmittelbar uns oder anderen Körpern Bewegung mitteilt, und zwar auf eine Weise, welche die größte Analogie mit unseren aktiven Zuständen hat.«

Dies zusammengefaßt können wir sagen: wenn wir uns passiv verhalten, nennen wir Kraft alles, was eine Bewegung in uns oder von uns aus hervorzurufen vermag; verhalten wir uns aktiv, so nennen wir Materie alles, was unseren Bewegungen Widerstand zu leisten fähig ist. Dieses Bewußtsein unseres aktiven und passiven Zustandes objektivieren wir, um es auf die Erscheinungen anzuwenden, welche außerhalb unserer selbst stattfinden, und so werden wir dazu geleitet, Materie alles das zu nennen, was im allgemeinen der Bewegung Widerstand leistet, und Kraft alles das, was im allgemeinen Bewegung hervorruft; genau so wie wir unser eigenes Wesen, so lange es passiv ist, als ein materielles betrachten, und als eine Kraft, sobald es aktiv wird. Unsere Vorstellung von der Materie und von der Kraft ist folglich eine reine Abstraktion, welche wir aus der Empfindung von hervorgerufener und von verhinderter Bewegung abgeleitet haben. Und in letzter Linie kennen wir thatsächlich nichts anderes als unsere eigenen Empfindungen; das ist leicht begreiflich, denn diese bilden den einzigen Berührungspunkt zwischen dem Erscheinungs- und dem Verstandeswesen. — Hiermit ist aber durchaus nicht gesagt, daß sämtliche Erscheinungen im Universum sich auf unsere Empfindungen zurückführen ließen, daß die letzteren das allein Reale seien und daß nichts anderes sonst wirklich existiere. Nichtsdestoweniger ist diese sonderbare und extravagante Hypothese aufgestellt und von Berkeley's Schule systematisch zu einer vollständigen philosophischen Lehre ausgearbeitet worden. Diese Lehre ist die vom absoluten Subjektivismus: die äußere Welt existiert nicht; die Vorstellung, welche wir von ihr besitzen, entspricht durchaus keiner objektiven Wirklichkeit, sondern ist nur eine Art rein subjektiver Halluzination; das Einzige, was existiert, ist der Geist, welcher einfache oder zusammengesetzte Empfindungen hat; die letzteren sind das, was man Ideen nennt.

Es ist wahr: wenn die Oberfläche der Erdkugel nur von einem

einzigen Menschen bewohnt wäre, so würde dieser vollständig im Rechte sein, so zu denken und zu glauben, daß er das Universum sei, d. h. das Universum sei nichts anderes als verschiedene Reihen und Gruppen seiner eigenen Empfindungen, mit anderen Worten, es bestehe nur aus Modifikationen seines eigenen Geistes. Aber in Wirklichkeit ist die Erde von vielen Menschen bewohnt, und dieser Umstand führt den absoluten Subjektivismus ad absurdum, macht ihn zu etwas Unmöglichem. Denn so lange Jeder in seiner eigenen Subjektivität verharrt, ohne aus derselben hinauszutreten, ist er thatsächlich gezwungen, zuzugeben, daß er außerhalb seiner eigenen Empfindungen absolut nichts kenne und daß alles, was ihn umgibt oder zu umgeben scheint, auf seine Empfindungen zurückzuführen sei; sobald er jedoch den Versuch macht, seine Philosophie einem Anderen beizubringen, weist ihn dieser entrüstet zurück: für mich ist das Universum zweifellos nur eine Reihenfolge von Empfindungen und Ideen in mir; wenn ich jedoch zu einem Zweiten sage, auch er sei nur eine Idee oder eine Empfindung meines Ich, so wird er mir zur Antwort geben, ich wäre im Gegenteil nur eine Idee oder eine Empfindung seines Ich; ich würde meinerseits darauf entgegnen, dies sei absurd; denn ich bin ich selbst, und nicht die Idee eines Anderen. Bei aller Anerkennung also, daß, gesondert für Jeden genommen, die Außenwelt auf Reihen und Gruppen von Empfindungen jedes Einzelnen zurückgeführt werden kann, weiß dennoch Jeder auf die denkbar unmittelbarste und sicherste Weise, daß er nicht allein auf der Welt und daß er ebenso wie die Anderen ein selbständiges Wesen ist, von den Empfindungen Jener ebenso unabhängig wie Jene von den seinigen. Folglich besteht das Universum nicht nur in meinen Empfindungen, und ich muß die objektive Existenz wenigstens von mir ähnlichen Wesen zugeben, welche ebenfalls, wie es scheint, den meinigen analoge Empfindungen haben. Dieses unvermeidliche Zugeständnis wird durch keinerlei Grenzen eingeschränkt: durch unmerkliche Stufenreihen gelangt man von den ähnlichsten Wesen zu den unähnlichsten, von den Individuen gleicher Rasse zu denen von tiefer stehender, von den niedersten Menschenrassen zu den Affen, von diesen zu allen Tieren, zum Pflanzen- und zum Mineralreich. Die Außenwelt ist folglich eine Wirklichkeit; dann aber sind die Empfindungen eines Jeden nicht mehr das spontane und subjektive Produkt seines Geistes, sondern die Art und Weise, wie die Erscheinungen, welche außerhalb seiner selbst stattfinden, auf ihn einwirken, die Wirkung, die auf ihn hervorgebracht wird durch die Veränderungen dessen, was ihn umgibt, der subjektive Ausdruck von dem, was objektiv für unser Erkennen sich zurückführen läßt auf verschiedene Formen der Bewegung.

Aber was sich verändert, was sich bewegt, was in mir die Wirkungen hervorbringt, welche ich in Form von Empfindungen wahrnehme, — was ist es? Ich weiß es nicht und vermag nicht es zu wissen; das einzige, was ich weiß, ist, daß Veränderungen außerhalb meiner stattfinden, welche korrespondierende Veränderungen in mir hervorrufen derart, daß meine inneren Modifikationen für mich Zeichen von äußeren Modifikationen sind. Aber ich besitze keinerlei Mittel, um die innere Natur

des Substrates dieser inneren oder äußeren Veränderungen zu ergründen, und folglich keinerlei Recht, zu glauben, daß es sich mehr demjenigen nähere, was man gewöhnlich als Materie bezeichnet, oder demjenigen, was gemeiniglich Kraft genannt wird, und noch weniger Recht, zu glauben, daß es aus zwei Prinzipien (Essenzen) von verschiedenartiger und entgegengesetzter Natur bestehe, wie man sich dieselben gewohnheitsmäßig unter den Worten Kraft und Stoff vorstellt. Aus diesem Grunde verwerfe ich den Dualismus und gebe dem Monismus den Vorzug; er scheint mir mehr frei zu sein von dem großen und verhängnisvollen Irrtum des menschlichen Geistes, welcher sich stets unwiderstehlich dazu hinreißen läßt, über die objektive Evidenz der Erscheinungen hinauszugehen und seinen eigenen Abstraktionen eine substanzielle, ja sogar eine persönliche Existenz zuzuschreiben.

Der monistische Grundgedanke kann in wenigen Worten auf folgende Weise ausgedrückt werden: In der unendlichen Reihe gleichzeitiger oder aufeinander folgender Veränderungen, welche im Universum stattfinden, ist deren inneres Wesen uns vollständig unbekannt und wird unserem Verständnisse für immer unzugänglich sein; nur die Erscheinung offenbart sich uns mittels der Modifikationen, welche sie in uns hervorruft, mittels der Empfindungen. Je nachdem diese uns mehr Analogie mit unseren passiven oder mit unseren aktiven Zuständen zu besitzen scheinen, teilen wir sie in zwei große Klassen; jeder Klasse schreiben wir als Substrat ein verschiedenes Prinzip zu, ein materielles oder ein dynamisches, und nennen das eine Stoff, das andere Kraft. Aber wir vergessen hierbei, daß diese Teilung in Kraft und Stoff eine Selbsttäuschung unseres Geistes ist, daß diese Worte einfache Laut- oder Schriftzeichen sind für zwei Abstraktionen, denen keinerlei objektive Wirklichkeit entspricht: in der Natur sind Kraft und Stoff ein und dasselbe Prinzip und können nur sprachlich von einander getrennt werden. Zur Stütze dieser Vorstellung berufe ich mich auf die ganze heutige Physik und die ganze moderne Chemie. Es unterliegt in dieser Hinsicht keinem Zweifel: diese beiden exakten Wissenschaften, wenn es solche überhaupt gibt, verurteilen unwiderruflich die landläufige Annahme einer essentiellen Unterscheidung zwischen Kraft und Stoff und folglich den Dualismus, welcher der philosophische Ausdruck für diese Annahme ist.

II.

Viele sind geneigt, die monistische Annahme für die anorganische Welt gelten zu lassen, für diejenigen Erscheinungen, welche sie »rein mechanische, physische und chemische« nennen; auf die »belebte« Welt jedoch, auf die Lebenserscheinungen, halten sie diese Annahme für nicht anwendbar. Im lebenden Organismus seien die Vorgänge augenscheinlich dermaßen andersartige und träten auf so ganz verschiedenartige Weise auf, daß es unmöglich sei, sie ohne Zuhilfenahme einer speziellen dirigierenden Kraft zu erklären, welche sie Lebenskraft nennen. Sind aber der Chemismus und der Dynamismus der lebenden Welt wirklich und thatsächlich von denen der unbelebten Welt verschieden? Man weiß, daß der pflanzliche und der tierische Organismus aus einer kleinen Anzahl

chemischer Elemente zusammengesetzt ist, welche sich in nichts von jenen unterscheiden, die außerhalb der Organismen vorkommen. Ein besonderes Element, das dem Organismus eigentümlich wäre, welches ausschließlich in demselben gefunden würde, existiert nicht; nur die Zusammensetzungen, aus denen derselbe aufgebaut ist, sind ihm eigentümlich. Aber der tierische Organismus besitzt nicht die Eigenschaft, die organischen Zusammensetzungen direkt aus ihren elementaren Bestandteilen oder aus ihren anorganischen Verbindungen zu bilden; im Haushalte der Natur ist diese Funktion den pflanzlichen Organismen anheimgefallen. Die Pflanzen bilden die organischen Substanzen mittels des Wassers, der Kohlensäure, der Salpetersäure und des Ammoniaks, welche sie zum Teil aus dem Boden, zum Teil und hauptsächlich aus der Atmosphäre absorbieren. Innerhalb der Chlorophyll-Zellen werden diese Zusammensetzungen des größten Teiles ihres Sauerstoffs beraubt, und ihre Elemente gruppieren sich mit dem Reste des letzteren zu mehr oder weniger zusammengesetzten organischen Molekülen. Dieser Prozeß der Desoxydation und Synthese bildet den Eintritt in den pflanzlichen Organismus, seine Assimilation, und bringt die Vermehrung der die Pflanzen konstituierenden organischen Substanz zu Wege, das Wachstum der Pflanzen. Es ist wahr, daß in dem Leben der Pflanzen auch ein umgekehrter Prozeß stattfindet analog demjenigen, welcher den tierischen Organismus charakterisiert; er bildet den Austritt aus dem pflanzlichen Organismus oder den Verbrauch von organischer Materie, besteht in chemischen Veränderungen, welche den vorhin geschilderten entgegengesetzt sind, und ist von einer Absorption von Sauerstoff und einer Ausatmung von Kohlensäure begleitet. Ein Vorherrschen dieses Prozesses über den ersteren findet aber nur bei einigen Kryptogamen und bei den meisten Schmarotzerpflanzen statt, die sich auf Unkosten anderer Organismen direkt von Substanzen ernähren, welche diese bereits vorbereitet haben und welche daher jene nicht mehr selbst zuzubereiten genötigt sind. Trotz dieser Ausnahme können wir sagen, daß im allgemeinen die Pflanzen Kohlensäure einatmen und Sauerstoff ausatmen und daß die Reduktion die vorherrschende Erscheinung bei den Pflanzen ist, während die Verbrennung die bei den Tieren vorherrschende bildet. Die erste führt zu einer Vermehrung der organischen Bestandteile der Pflanzen, während die zweite zu einer Verminderung der organischen Bestandteile der Tiere führt; in Hinsicht auf die organischen Substanzen sind die Pflanzen die Erzeuger und die Tiere die Verzehrer derselben: die unorganische Materie, mittels der Pflanzen in organische umgewandelt, wird mittels der Tiere wieder in unorganische rückverwandelt. Dies ist der ewige Kreislauf, welchen sie auf der Oberfläche der Erdkugel vollbringt, und dank dem chemischen Antagonismus, infolgedessen ein Teil der Lebewesen absorbiert, was der andere ausstößt und umgekehrt, wird das Gleichgewicht in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft hergestellt und erhalten, ohne welches sämtliches Leben verschwinden würde. Mittels eines sehr einfachen Versuches vermag man dies nachzuweisen; dieser besteht darin, daß man in einen luftdicht zu verschließenden Glasballon Wasser bringt, welches kleine pflanzliche und tierische Organismen enthält. Dieser Mikrokosmus

ähnelt vollständig dem irdischen Makrokosmus; das Leben erhält sich lange darin, so lange als ein gewisses Gleichgewicht zwischen den Pflanzen und den Tieren besteht und so lange eine andere wesentliche Bedingung erfüllt ist:

Denn um die unorganischen Körper von großer Beständigkeit zu zersetzen, welche die Pflanzen aus der Außenwelt aufnehmen, um den Sauerstoff von ihnen zu trennen und ihn frei werden zu lassen, bedarf es einer starken Kraft, welche die energische Affinität des Sauerstoffes zu den Elementen, mit denen er verbunden ist, überwindet. Woher kommt diese Kraft? Sollten die Pflanzen Schöpfer einer spezifischen, von den anderen physischen Kräften verschiedenen Energie sein, welche, indem sie die unorganischen Substanzen in organische umwandelt, ihnen gleichzeitig diesen Vorrat von latenter Kraft einhaucht, die bestimmt ist, von neuem frei zu werden, um den Tieren die Aktivität zu liefern? — Nein; der Versuch mit der kleinen Welt im Glasballon antwortet hierauf entschieden verneinend: alles Leben hört thatsächlich in demselben auf, sobald eine Bedingung, welche sich als absolut unentbehrlich bestätigt, mangelt; diese Bedingung ist, daß der Ballon von den Sonnenstrahlen getroffen werde; ohne diese keine Spur von Leben! Dies ist die große, fast unerschöpfliche Quelle der Kräfte, welche die Pflanzen der Materie, die sie umwandeln, mitzuteilen scheinen; in Wirklichkeit entleihen sie nur den Sonnenstrahlen die Kraft, welche sie an die Materie wieder abgeben, indem sie derselben ihren Sauerstoff entreißen, d. h. indem sie die atomistische Arbeit, welche durch die Affinität dieses Elementes zu den anderen geleistet worden, wieder rückgängig machen. Sie materialisieren die freie Kraft, welche sie von der Sonne empfangen, indem sie dieselbe in latente Kraft des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs, des Stickstoffs umwandeln; sie organisieren sie, indem sie die Produkte der beendeten Reduktion als integrierende Bestandteile ihrer selbst zurückbehalten. Die Pflanzen sind statische Sonnenkraft, welche mittels der Verbrennung in den dynamischen Zustand zurückkehrt. Im Haushalte der Lebewesen ist die Funktion, die Sonnenkraft in den freien Zustand zurückzuführen, den Tieren zugeteilt: sie ernähren sich von statischer Sonnenkraft in Form von organischen Stoffen, und indem sie leben, handeln, fühlen und denken, machen sie die in dem Protoplasma ihrer Muskel- und Nervenelemente eingeschlossene Kraft frei und geben sie auf diese Weise der Außenwelt zurück.

Ich erwarte den Einwurf, »daß man auf diese Weise nicht alles erklären könne«. Das ist wahr; aber dem entgegne ich, daß im wissenschaftlichen Sinne des Wortes »erklären« (der durchaus nicht die Enthüllung des Wesens der Dinge einschließt, sondern nur die Zurückführung des Ursprunges einer verwickelten Erscheinung auf einfachere) — die Mehrzahl der organischen Lebenserscheinungen sich auf diese Weise erklären läßt, während die sogenannte Lebenskraft absolut nichts erklärt, sondern im Gegenteil die Vorgänge nur noch kompliziert, derart zwar, daß diejenigen, welche noch unerklärt sind, vollständig unerklärbar werden, während gleichzeitig eine Menge von Schwierigkeiten aufsteigen, welche durch die Hypothese selbst geschaffen werden. Woher kommt

die Lebenskraft? Befindet sie sich in dem Samenkorn einer Pflanze? Wenn sie in einem noch nicht keimenden Samenkorn nicht vorhanden ist, dürfen wir dann annehmen, daß sie in einem gegebenen Momente von außen in dasselbe eindringe, oder vielmehr, daß sie sich in dessen Innerem entwickle? Die letzte Voraussetzung widerspricht offenbar sich selbst — weil sie die Bildung der Lebenskraft den materiellen Veränderungen, welche in dem Samenkorn vor sich gehen, zuschreiben würde; die andere ist offenbar absurd. Soll sich die Lebenskraft in dem schlummernden Samenkorn befinden? Dann aber muß angenommen werden, daß dies ein Teil der Lebenskraft sei, welcher sich von der Mutterpflanze losgelöst und in dem Samenkorn wieder eingeschlossen hat, man muß die Möglichkeit von der Teilung einer Kraft in kleinere Partien, in homöopathische Dosen annehmen; dies ist ebenso widersprechend wie absurd, besonders nach der Idee, die sich diejenigen von diesen Kräften machen, welche an deren Existenz glauben, weil ein Wesen ohne Ausdehnung keine Teile haben kann und absolut unteilbar ist. Dasselbe gilt von den pflanzlichen Pfropfreisern: wenn die Wurzel und der Stamm einer Pflanze Zweige einer anderen tragen, müssen wir dann die Verschmelzung oder die Verbindung von zwei verschiedenen Lebenskräften annehmen oder vielmehr glauben, daß sämtliche Arten eine identische Lebenskraft besitzen? Den letzten Fall angenommen — wovon hängt die spezifische Verschiedenheit der Arten ab? Ist sie unabhängig von der hypothetischen Kraft, dann wird diese überflüssig. Was wird schließlich bei dem Absterben der Pflanze aus der in Rede stehenden Kraft? Löst sie sich in physiko-chemische Kräfte auf oder bleibt sie frei und sucht vielleicht eine andere Pflanze auf, die sie beleben könnte? Diese letztere Vorstellung ist derart kindisch, daß Niemand sie wird gelten lassen wollen; es bleibt also nur die erste übrig. Dann aber, wenn die Lebenskraft sich in physikalisch-chemische Kräfte aufzulösen vermag, so steht sie in derselben wechselseitigen Beziehung zu denselben, in welcher jene Kräfte sich zu einander befinden, und dann kann sie nur eine eigentümliche Modalität dieser Kräfte, aber nichts von ihnen wesentlich Verschiedenes sein. Dies ist, wie mir scheint, die einzig vernünftige Voraussetzung.

III.

Von dem Tierreiche gilt ganz genau dasselbe; aber es gibt Leute, welche sagen: es sei, wir nehmen eure Anschauungsweise an für alles, was sich auf das vegetative Leben oder auf die Ernährung des Tieres bezieht, denn hierbei handelt es sich um »materielle«, physische oder chemische Funktionen; was aber das Leben der Relation betrifft, und hauptsächlich das psychische Leben, so läßt sich unmöglich die Existenz einer speziellen Kraft, eines geistigen Prinzipes, einer vom Körper unterschiedenen und von ihm unabhängigen Seele leugnen. Sie vergessen, daß man gegen die Existenz eines solchen Prinzips dieselben Argumente anführen kann, welche die Lebenskraft unannehmbar machen. Wir wollen diese Argumente nicht wiederholen und wollen viele Fragen vollständig unerörtert lassen, über welche selbst die spiritualistischen Philosophen vor-

ziehen, sich in ein vorsichtiges Schweigen zu hüllen, wie z. B. über den Ursprung der Seele, über den Moment ihrer Vereinigung mit dem Organismus, über den Ort ihres Aufenthaltes in diesem, über den Anteil, welchen sie an der physischen Vererbung hat, auf welche Weise sie sich von rein materiellen Bedingungen beeinflussen läßt und auf sehr unvernünftige Art in den Zuständen der Leidenschaft, der Geisteskrankheiten, der Träume, des Hypnotismus, der Hysterie, der Trunkenheit etc. handelt; was aus ihr wird während der vorübergehenden Pausen des psychischen Lebens im tiefen Schlafe, in der Ohnmacht, bei Gehirnerschütterungen (welche Stunden und ganze Tage andauern können) und in der Lethargie (welche zuweilen ganze Wochen hindurch dauert); was endlich dann aus ihr wird, wenn statt einer teilweisen und vorübergehenden Veränderung des Gehirns die chemische Zusammensetzung und histologische Struktur dieses ganzen Organes für immer zerstört sind. Wir wollen einfach einen Akt des Relationslebens, der einen psychischen Akt einschließt, der Analyse unterwerfen.

Wir nahmen vorhin als Beispiel einen in die Luft geworfenen Stein; prüfen wir jetzt die Handlung des Werfens. Die Bewegung, welche den Stein forttreibt, war ihm durch eine plötzliche Streckung des Armes mitgeteilt worden; der Arm streckte sich infolge eines Willensaktes. Besitzt der Wille einen unmittelbaren Einfluß auf das ganze Glied? Nein; damit ein Glied sich bewege, ist es nötig, daß eine weniger deutlich hervortretende Bewegung in gewissen Teilen desselben, die ihn zusammensetzen, stattfinde: in den Muskeln; diese verkürzen sich infolge einer plötzlichen Vermehrung ihrer elastischen Retraktilität, bringen die knochigen Hebel des Armes in Bewegung und mit ihnen die ganze Extremität. Die Streckung des Armes ist also die Wirkung einer der Substanz, aus welcher die Fasern des Muskelgewebes zusammengesetzt sind, eigentümlichen Molekularbewegung. Hat der Wille einen unmittelbaren Einfluß auf die Muskelfaser? Nein; damit ein Muskel sich kontrahiere, muß er gereizt werden, d. h. es muß ihm durch die Nerven, welche direkt oder indirekt aus dem Gehirn entspringen, eine Welle molekularer Bewegung zuströmen. Hat der Wille einen unmittelbaren Einfluß auf die Nerven? Nein; die aktive Schwingung der Nervenfasern wird diesen durch eine ähnliche Schwingung übertragen, welche aus den motorischen Zentren des Gehirns herrührt. Hier sind wir bei dem Organ angelangt, welches der Sitz der speziellen Kraft sein soll, deren Existenz wir diskutieren. Rekapitulieren wir, indem wir die bisher geprüften Phasen der Erscheinung von der Wirkung bis zur Ursache rückwärts verfolgen.

1. Bewegung der Masse des Steines, welche wir unmittelbar als solche erkennen; 2. molare Bewegung des Armes, unmittelbar als solche zu erkennen; 3. innere Bewegung des Muskels, welche wir als solche mittels einer oberflächlichen und sehr leichten Untersuchung erkennen; 4. Molekularbewegung des Nerven, welche wir als solche mittels einer tiefer gehenden und schwierigeren Untersuchung erkennen; 5. Molekularbewegung des motorischen Zentrums, die wir als solche mittels einer noch viel tiefer dringenden und viel schwierigeren Untersuchung erkennen.

Diese Reihe enthält den ganzen nach außen leitenden oder zentrifugalen Teil des von uns untersuchten Aktes; wir sehen eine Reihenfolge verschiedener Bewegungen, die miteinander durch eine streng kausale Verkettung verbunden sind, von denen stets eine Bewegung die andere hervorruft, indem sich eine in die andere umwandelt; in dieser Reihe ist folglich für die hypothetische geistige Kraft durchaus kein Platz vorhanden. Prüfen wir nun den zuleitenden oder zentripetalen Teil des in Rede stehenden Aktes und sehen wir zu, ob wir hier eine Lücke entdecken, welche durch diese Kraft auszufüllen wäre. Niemand wirft einen Stein, ohne irgend welchen Grund hierfür zu haben; nur Wahnsinnige handeln ohne Grund, oder vielmehr ohne einen für geistig Gesunde plausiblen Grund. Nehmen wir an, daß in unserem Falle das Individuum von einem Anderen mit einem Steine wäre geworfen worden; der Stein habe einen empfindlichen Teil eines empfindenden Wesens getroffen und letzterem einen Schmerz verursacht. Wie stellt sich hier die Reihenfolge der Erscheinungen dar? Die Bewegung des Steines wird durch den Widerstand des Körpers, den er trifft, aufgehoben; aber das Individuum würde nichts hiervon bemerken, wenn es nicht Nervenfasern besäße, die von der Oberfläche seines Körpers direkt oder indirekt nach dem Gehirn gehen, oder wenn anderseits diese Fasern auf ihrem Wege eine Kontinuitätstrennung erlitten hätten; damit eine Empfindung zustande komme, muß der aufschlagende Stein an dem peripheren Ende der zuleitenden Nerven eine Veränderung hervorbringen, welche durch die Nervenfasern auf die sensitiven Zentren übertragen wird; die physiologische Untersuchung weist nach, daß das, was in den Nerven vorgeht, eine Molekularbewegung ist, welche sich von dem peripheren Ende desselben nach seinem zentralen Ende fortgepflanzt hat. Wäre nun derjenige Teil des Gehirns, in welchem der gereizte Nerv endet, durch ein Trauma oder eine pathologische Veränderung zerstört, so würde das Individuum absolut nichts von dem Vorgange empfinden; damit es den Eindruck empfinde, muß dieser Gehirnteil intakt und fähig sein, auch seinerseits infolge der Molekularbewegung, welche die gereizte Nervenfaser auf ihn überträgt, in die ihm eigentümliche funktionelle Schwingung zu geraten; dann erst, aber auch nur dann, wird die korrespondierende Empfindung von dem Individuum wahrgenommen. Wir rekapitulieren:

1. Bewegung der Steinmasse, als solche unmittelbar erkannt; 2. Molekularbewegung der zuleitenden Nerven, als solche mittels einer physiologischen Untersuchung erkannt; 3. von Empfindung begleitete Molekularbewegung des sensitiven Zentrums, durch eine tiefer dringende wissenschaftliche Untersuchung gleichfalls als solche erkannt.

Diese Reihe bildet den ganzen zentripetalen Teil des in Rede stehenden Aktes: gleich der ersterwähnten ist auch diese eine Reihe von Bewegungen, welche nach und nach hervorgerufen werden: nicht mehr Platz als die erste läßt auch diese Reihe für die geistige Kraft. Aber es handelt sich darum, diese beiden Reihen miteinander zu verbinden, ohne welche Verbindung der zweite Akt nicht stattfinden würde. Auf welche Weise gelangt die Erregung des sensitiven Zentrums zu dem motorischen? Gerade hier findet der wahrhaft »psychische«

Teil des Vorganges statt, gerade hier entsteht der Wille, ihn zu vollbringen; dieser Wille soll eben das Werk der immateriellen Kraft sein. Sein Wirken ist uns unmittelbar bekannt, aber nur im Sinne von Bewußtsein, nicht im Sinne von Bewegung, und deswegen fällt es uns so schwer, ihn als Bewegung aufzufassen. Wir wissen jedoch, daß die Erscheinungen bei der Übertragung der Nervenerregung unbezweifelbar in materiellen Bewegungen bestehen, obgleich wir sie subjektiv nie als solche empfinden; sie gehen auf eine uns vollständig unbewußte Weise vor sich und können nur indirekt auf dem Wege einer sehr genauen wissenschaftlichen Untersuchung erkannt werden. Dies schon müßte uns zur Vorsicht mahnen, müßte uns lehren, daß eine Unzahl von Schwingungen, die uns ganz und gar nicht zum Bewußtsein gelangen, in uns stattfinden, und müßte unser Widerstreben verringern, die Möglichkeit zuzugeben, daß ähnliche Bewegungen dort vorhanden seien, wo wir sie am wenigsten vermuthen, und daß sowohl die Empfindung als auch der Wille diesen Bewegungen entstammen. In dem Nervengewebe ist keinerlei Unterbrechung vorhanden: von dem Eintritte des äußeren Eindruckes bis zu dem Austritte der Reaktion ist die geistige Reihe niemals getrennt von der korrelativen physischen Reihe; jede geistige Thätigkeit muß innerhalb der Nervenelemente vor sich gehen, deren Existenz sie voraussetzt und ohne welche sie nicht stattfinden könnte. Aber die Thätigkeit der Nervenelemente ist nichts anderes als eine Molekularbewegung; welches Bedürfnis ist also vorhanden, sich für die Gehirnthätigkeit eine besondere Kraft vorzustellen? Ist sie nicht wenigstens überflüssig, da sie sich bei Nichtvorhandensein der Nervenschwingung oder außerhalb derselben nicht manifestieren kann, und da letztere genügt, um sämtliche Erscheinungen zu erklären? Aber mehr noch: sie ist nicht nur überflüssig, sondern einfach unannehmbar. In der That, wenn die psychischen Erscheinungen keine Molekularbewegungen wären, was würde aus der Bewegung, welche dem Empfindungs-Zentrum zuströmt? Und woher käme die Bewegung, die von dem motorischen Zentrum ausgeht? Es wäre unverträglich mit unseren sämtlichen positiven Kenntnissen, wenn man annehmen wollte, daß die physische Reihenfolge in einem gegebenen Momente in einem physischen Vacuum abreißen könnte, das von einer immateriellen Substanz erfüllt sei, welche Substanz auf eine geheimnisvolle Weise in Thätigkeit versetzt würde, die ihrerseits eine noch mehr mysteriöse Arbeitsleistung vollbrächte, und welche das letzte Resultat derselben auf eine unbegreifliche Weise dem anderen Ende der unterbrochenen physischen Kette mitteilen würde, um die aufgehobene Bewegung dort wieder aufleben zu lassen. Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft zwingt uns, anzuerkennen, daß die zentripetale Bewegung nicht verschwinden und daß sie auch nur aufhören kann, indem sie eine andere Bewegung hervorbringt, ebenso wie die zentrifugale Bewegung nur auftreten und stattfinden kann, wenn sie von einer anderen Bewegung hervorgebracht worden. Wenn aber die psychische Kraft in einer derartigen wechselseitigen Beziehung zu der Molekularbewegung der Nervenmasse steht, daß sie ihre Existenz einer cessierenden Bewegung verdankt und daß sie aufhört, indem sie eine andere Bewegung hervorbringt, so

ist es klar und ist sicher, daß diese Kraft selbst nichts anderes sein kann als eine Bewegung.

Wir gelangen nun zu den Spezialbeweisen, welche darthun, daß es sich auch thatsächlich so verhält. Indem ich jedoch dieses Kapitel schließe, möchte ich den Leser daran erinnern, daß »die Aufgabe, zu »beweisen, daß ein immaterielles Agens in einem gegebenen Augenblicke »wie ein deus ex machina handelnd eingreife, und nachzuweisen, in »welchem Momente es eingreife, denjenigen obliegt, welche diese Be»hauptung aufstellen und welche einer solchen Hypothese bedürfen; sie »haben nicht das Recht, willkürlich eine, mit allem, was wir von dem »gewohnten Wege der Entwickelung in der Natur kennen, absolut un»vereinbare Hypothese auszudenken und hierauf von denen, welche diese »Hypothese nicht annehmen, zu verlangen, daß sie deren Unhaltbarkeit »nachweisen.« (Maudsley.)

(Fortsetzung folgt.)

Duldsamkeit.

Von

B. Carneri.

Duldsamkeit ist das untrüglichste Zeichen echter Bildung, denn sie setzt eine gleich hohe Entwickelung des Gemütes wie des Geistes voraus. Die feinsten Umgangsformen, der mannigfaltigste Reichtum an Kenntnissen, die willigste Neigung zum Mitleid bieten keine Bürgschaft für jene tiefinnere Harmonie zwischen Denken und Fühlen, die »alles zu verzeihen weiß, weil sie alles begreift«. Daß Einer infolge einer gewissen Überlegenheit sich über das Meiste, was anderen sehr nahe geht, erhaben fühlt, hat oft, wie das Erbarmen aus Schwäche, aber auch wie die eigentliche Gleichgültigkeit oder bloßer Stumpfsinn eine ähnliche Wirkung mit der Duldsamkeit. Allein diese Wirkung ist nicht bloß nur eine ähnliche und nicht dieselbe; sie tritt auch nicht immer ein. Das Unterscheidende liegt eben darin, daß die Duldsamkeit nie aus vorherrschender Teilnahmslosigkeit oder durch einen zufälligen Impuls, sondern immer ihrer Natur nach nur aus innerster Überzeugung handelt. Sie weiß stets, was sie will, und kann gar nicht irre gehen; darum wird sie auch jederzeit einstehen für das, was aus ihren Handlungen sich ergibt. Sie entspringt keiner unbedachten Schwäche, sondern klarbewußter Kraft. Wo sie waltet, waltet festbegründete Sittlichkeit. Aus innerem Frieden geht sie hervor und des Friedens Segen quillt aus ihren Werken.

Betrachten wir sie zuerst in den engern Kreisen des menschlichen Lebens, in welchen die Unscheinbare nicht von sich sprechen macht, weil

sie nichts Aufsehen erregendes hervorruft und es niemand einfiele, für die Ereignislosigkeit nach einem besonderen Grunde zu forschen. Ihre Hauptthätigkeit ist auch in der That nur eine ausgleichende. Gatten, Geschwister, andere Verwandte und Freunde sowie höher und niederer gestellte Menschen, die zu einem gemeinsamen Unternehmen verbunden sind, mögen noch so gut zu einander passen: Fehler hat jeder, und weit mehr denn diese wird immer eine unausbleibliche Verschiedenheit der Ansichten und Neigungen Anlaß zu mißliebigen Reibungen geben. Vollendete Gleichartigkeit würde vielleicht das Zusammensein noch schwieriger machen, weil etwas Unnatürliches liegt in einer Vereinigung von Wesen, die sich in allem gleichen, durch nichts sich anregen, ergänzen und wechselwirkend fortentwickeln. Wäre dies aber auch geradezu unausstehlich, so ist doch noch weit fataler ein Leben, in welchem Zank und Hader nur erlöschen, um nach kurzer Rast neu emporzulodern. Und wer kennt nicht die Eigentümlichkeit des Menschenherzens — bei aller Geneigtheit, schwere Beleidigungen zu verzeihen und nicht nachzutragen — die unbedeutendsten Kränkungen schlummernd in sich zu bewahren, welche bei jeder Berührung derselben Saite des Gemütes alle wieder erwachen und eine immer längere Kette bilden, die endlich so lang und schwer wird, daß unter ihrem Druck selbst ein starkes Herz zusammenbrechen kann? Im Unaufhörlichen, immer Wiederkehrenden liegt's, daß die ganze Existenz allmählich vergällt und schließlich unerträglich wird. Dagegen gibt es nichts als Duldsamkeit. Nicht jene lammherzige Geduld, die alles sich gefallen läßt. Wir reden hier nicht von bösen Leidenschaften und Gewohnheiten; wir reden von Fehlern und Schwächen, die in seiner Weise jeder hat, und von Meinungsverschiedenheiten, bei welchen es immer fraglich sein kann, zumal wenn der Streit lebhafter wird, auf welcher Seite und ob nur auf der Einen Seite das Recht steht? Die Duldsamkeit mit ihrer wohlwollenden Nachsicht ist der Schutzengel des Familienlebens und alles menschlichen Beisammenbleibens.

Allerdings, wo geselliges Elend dem Menschen bereits über den Kopf gewachsen ist, wird jede Verbindung unhaltbar und Trennung zur einzigen Erlösung. Dazu kommt, daß man echte Duldsamkeit nicht nach Belieben sich aneignen kann. Sie ist eine Charaktereigenschaft und als solche angeboren; aber bei hochzivilisierten Rassen kommt dieser edle Keim weit häufiger vor, als man gemeinhin denkt: nur wird er gar oft im ersten Treiben zurückgedrängt, daß er verkümmert. Sache der Erziehung ist es, ihn sorgfältig zu pflegen und zur vollen Entwickelung zu bringen. Es gibt auch eine erzwungene Duldsamkeit, die immerhin löblich und nützlich ist, jedoch mit der, die uns vorschwebt, kaum die letzten Umrisse der Form gemein hat. Man kann auch mit einem hölzernen Fuße tüchtige Spaziergänge machen; allein was man davon hat, weiß nur der, den's trifft, und diese Zeilen haben den Zweck, den ganzen Wert der echten Duldsamkeit darzulegen. Diese ist veredelte Natur und sie ergibt und erhält den Frieden aus Freiheit. Wie gern legt man üble Gewohnheiten ab, wie leicht verschweigt man mißliebige Ansichten, weil die Nachsicht, mit welcher ihnen begegnet wird, weit entfernt, durch eine verletzende Geringschätzung zum Widerstand zu

reizen, in der Achtung, die aus ihrer Übung spricht, ein Mittel der Entwaffnung besitzt, das es Einem unmöglich macht, fort und fort sich ihm auszusetzen. Wie anregend und fördernd gestaltet sich der Meinungsaustausch, wenn jene gesunde Einsicht ihn beherrscht, die mit aufrichtiger Unbefangenheit den Standpunkt des Gegners einnimmt, um vor allem ihn zu verstehen, ohne welches an ein Überzeugen gar nicht zu denken ist. Die Duldsamkeit will auch nicht eine Meinungsänderung herbeiführen. Was sie zeigen will und immer sieghaft zeigen wird, ist, wie friedlich die divergierendsten Grundsätze nebeneinander bestehen können, sobald sie redlich gedacht und von gebildeten Menschen vertreten werden. Der richtige Zweck eines Meinungsaustausches ist nicht die Bekehrung des Andersdenkenden, sondern vielmehr die Klärung beider Anschauungen, der richtigen nicht weniger als der unrichtigen. Die letztere kann manchmal modifiziert, die erstere immer erweitert oder vertieft werden. Es liegt in der Natur der Duldsamkeit, von der Überzeugung auszugehen, daß bei einem Streit zwischen vernünftig entwickelten Menschen nur wenige ganz Unrecht, vielleicht keiner ganz Recht hat. Welch unerschöpflicher Quell freundlicher Verständigung und einheitlichen Zusammenwirkens der unterschiedlichsten Kräfte entspringt dieser Auffassung!

Die volle Verständigung ist weit schwieriger, als die meisten annehmen. Haben etwa die Menschen alle von denselben Dingen dieselben Vorstellungen? Mit den Vorstellungen geht's wie mit den Empfindungen, die durch die gleiche Benennung uns verleiten, sie für gleich zu halten. Weiß ich denn, daß Einer, weil er rot nennt, was auch ich rot nenne, dieselbe Empfindung wie ich dabei hat? Eine ähnliche Empfindung wird er dabei haben, aber der Unterschied zwischen ähnlich und gleich ist ein großer. Die Farbenblindheit gibt uns darüber Aufschlüsse, die uns für andere Empfindungen, deren Organe der Analyse noch nicht so zugänglich sind wie das Auge, ein wertvoller Fingerzeig sind. Woher wissen wir, daß alle, die einem Affekt denselben Namen geben, den ganz gleichen Affekt dabei im Sinn haben? Wir wissen nur, daß z. B. alle von Liebe reden. Wissen wir aber darum schon, was der Einzelne sich darunter denkt? Kann nicht, was der Eine dabei denkt, von dem, was ein anderer dabei denkt, noch weiter abstehen als gelb von rot? Es unterliegt vielmehr keinem Zweifel, daß dieselbe Vorstellung nicht bei allen dieselbe ist; nur ist es dabei schwer und noch schwerer bei manchen Begriffen, die Unterschiede festzustellen. Daß es aber so sei, beweist uns die Verschiedenheit des Subsumierens. Dem Einen umfaßt ein Begriff Erscheinungen, die er für einen andern nicht zu seinem Kreise zählt. Um ein paar ganz grobe Beispiele anzuführen: was versteht mancher unter Freundschaftsdienst, Treue, Genauigkeit? Gewiß ist die Größe vieler solcher Unterschiede weniger das Werk einer verschiedenen Organisierung als das Werk einer verschiedenen Erziehung und Heranbildung. Je gediegener die Bildung ist und je größer der Kreis, den sie umfaßt, desto mehr werden die Unterschiede sich ausgleichen. Allein zu einer absoluten Ausgleichung wird es nie kommen; nicht nur weil es überhaupt nichts Absolutes, sondern auch weil es, wie schon Kant gelehrt hat, nicht einmal

zwei ganz gleiche Tropfen Wasser gibt. Es gibt nicht zwei ganz gleiche Organismen und nicht zwei Individuen befinden sich in der ganz gleichen Lage. Mag der Unterschied auch noch so unmerklich sein: er prägt sich notwendigerweise in den Vorstellungen und Begriffen aus; und da der Wert, den wir den Dingen beilegen, nach den Vorstellungen und Begriffen sich richtet, die wir von ihnen haben, so ist diese Verschiedenheit maßgebend für unser gesamtes Gefühlsleben. Glücklicherweise bedürfen wir keiner absoluten Gleichheit, mit der wir vielmehr nichts anzufangen wüßten, weil sie zu unsern übrigen Verhältnissen nicht stimmen würde. Glücklicherweise sind wir Naturwesen und finden uns in der Natur zurecht. Die Identität, zu der es das menschliche Denken gebracht hat, reicht für die menschlichen Bedürfnisse vollständig aus, und vom Fühlen dürfen wir nicht mehr fordern, als daß es ein echt menschliches Fühlen sei. Daß aber, was wir betreffs der Meinungsverschiedenheiten gesagt haben, auch und in noch höherem Grade von den Gefühlsverschiedenheiten gilt, und daß diese der Duldsamkeit ein unabsehbares Arbeitsfeld darbieten, wird uns jeder zugeben, der uns betreffs der Bedeutung der letzteren für das gedeihliche Wirken menschlicher Vereinigungen zustimmt.

Es ist die Duldsamkeit der edelste Ausdruck der Identität von Kopf und Herz. Darum hat sie mit allen großen Ideen, den Wahrzeichen echter Sittlichkeit, das charakteristische Merkmal gemein, daß sie den, der sie übt, nicht weniger beseligt als den, der unter ihrem milden Szepter frei aufatmet. Beide fühlen sich in der Vervollkommnung begriffen. Damit erschließt sich uns ein Ausblick in eine ganze Reihe ethischer Betrachtungen von prinzipieller Wichtigkeit. Welcher Gebildete hat nicht schon Fälle von zarter Schonung verfehlter Anschauungen und irregeleiteter Gefühle selbst erlebt, an die er nicht ohne tiefe Rührung zurückdenken kann? Derartiges Selbsterlebtes hat eine weit einschneidendere Beweiskraft, als jede mit der ergreifendsten Rhetorik durchgeführte Schilderung. Nicht als ob das Verständnis der Sache besondere Schwierigkeiten hätte; im Gegenteil, man stößt damit fast nie auf Widerspruch, und um so merkwürdiger ist bei diesem Umstande die verhältnismäßig geringe Verbreitung echter Duldsamkeit. Es wird dies nur dadurch begreiflich, daß bei der Jugend viel zu wenig Sorgfalt auf die Klärung dieses Begriffs verwendet wird und daß gerade die in den Schulen heute zumeist dazu Berufenen durch das Beispiel krassester Unduldsamkeit alles, was sie zu gunsten der Sache vorbringen mögen, selber Lügen strafen. Was sie mit der einen Hand kaum geben, nehmen sie schon mit der andern: wissen, was duldsam ist, und duldsam sein, ist zweierlei. Wir haben erst vom Privatleben gesprochen und das öffentliche Leben noch gar nicht berührt. Strenggenommen ist dieses aus jenem zusammengesetzt. Dies darf aber nicht so verstanden werden, als empfange das öffentliche Leben die wichtigeren Impulse vom Privatleben. Es herrscht zwischen beiden eine ununterbrochene Wechselwirkung, und mag auch mancher milde Lichtstrahl im edelsten Sinn belebend aus dem Privatleben zum öffentlichen Leben emporleuchten: die eigentliche Sonne des Ganzen und damit auch des Privatlebens ist das öffentliche Leben. Von

dem Lichte, das diese Sonne verbreitet, ist es abhängig, ob die Verhältnisse des Privatlebens gesunde sind, ob sie zu der Tüchtigkeit sich emporschwingen können, welche allein ihnen Dauer verspricht. Erst wenn das öffentliche Leben die Duldsamkeit auf seine Fahne schreibt, läßt sich ihre Übung als dem Privatleben verbürgt betrachten.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Übung der Duldsamkeit im öffentlichen Leben erst durch das Christentum Platz gegriffen hat. Auch das Altertum kannte sie, aber bei seinen vorwaltend heroischen Tugenden war es dabei nur von der Klugheit geleitet. Aus der menschlichen Tugend, wie Sokrates sie lehrte, aus dem Gottesbegriff, zu welchem Platon sich erhob, und aus der Lebensführung Buddha's setzten sich die Grundlagen der Weltanschauung zusammen, für die der Galiläer das allein zum Gemüt sprechende und darum allgemein verständliche Wort zu finden gewußt hat. Jedoch die Duldsamkeit, für die Paulus sich begeisterte, als er aussagte von seinem Gott, er sei auch der Heiden Gott, schwand bald dahin, und je mehr die Kirche sich zur Macht gestaltete, desto ernster verwandelte jene sich in Unduldsamkeit. Es ist sehr lehrreich, daß mit der vollständig gewordenen Spaltung der christlichen Kirche der Anbruch der neuen Zeit zusammenfällt, von welcher an erst die Zivilisation zur Wahrheit wurde. Der christliche Staat war es, der die Kluft ausfüllte, welche die beiden Kirchen trennte, indem er der Toleranz die Weihe eines christlichen Grundgesetzes verlieh. Erst seit dadurch die Duldsamkeit zum leitenden Prinzip des modernen Staates erhoben worden ist, nimmt sie im öffentlichen Leben die ihr gebührende Stellung ein, und zwar nicht auf Grund eines kalten Indifferentismus, dem das, was das Menschenherz bis in seine Tiefe aufwühlt, gleichgültig ist, sondern auf Grund einer lebenswarmen Aufklärung, welcher jedes Menschenherz gleich heilig und Humanität die einzige vollgültige Bestätigung ihrer eigenen Wahrheit ist. Mit der Duldsamkeit in Glaubenssachen war der schwerste Schritt gethan und die Bahn gebrochen dem Frieden der Einzelnen, der Stände, der Rassen, der Völker, der Staaten. Und so sehen wir die Duldsamkeit durch Jahrhunderte wahre Wunder wirken im Beglücken der Menschheit und für die Zukunft einen grenzenlosen Fortschritt sittlicher Entwickelung uns verheißen.

Noch vor kurzem hätten wir diesen Worten nichts weiter beizufügen vermocht. Aber mit einemmal hat die Szene sich verändert. Wann man es am wenigsten erwartet hätte, ist wieder ein Umschwung eingetreten, wie ihn die Weltgeschichte nur zu oft schon verzeichnet hat. Die Menschheit macht den Eindruck, fortschrittsmüde geworden zu sein. Eine allgemeine Reaktion ist im Anzug. Wir können hier nicht nach den Gründen suchen, die zum Teil vielleicht nicht ohne Berechtigung, im großen Ganzen gewiß unberechtigt sind, weil eine siegreiche Reaktion ein schweres Unglück für die Menschheit wäre. Hier haben wir es nur mit der Thatsache zu thun, und die steht fest. Noch vor kurzem galten Fortschritt und Liberalismus als identisch, und wenn heute auf irgend einem Punkte des liberalen Gebietes energisch Einer zum Rückzug bläst, so folgen ihm johlend ganze Scharen. Es sind mitunter recht einfältige, mitunter recht übelwollende Scharen, aber sie zählen. Wo Beschränkt-

heit und Leidenschaft das Wort führen, kann nicht viel Weisheit an den Tag kommen; jedoch sie reden laut und werden gehört. Anders soll's werden. Wieso anders? Das weiß man noch nicht genau. Klar ist nur Eines aus dem Gewirr zu entnehmen: daß im Herzen der vorherrschenden Strömung der Liberalismus nicht mehr das leitende Prinzip ist. Gewiß hat er nicht allen Erwartungen entsprochen; doch dazu hätte er Übermenschliches leisten müssen, und dies kann kein Einsichtiger fordern. Es wird übrigens auch niemand bestreiten, daß manches Mögliche unterlassen, manches Geschaffene unzweckmäßig durchgeführt worden ist; aber daran sind nicht die Grundsätze des Liberalismus und allein die Menschen schuld, die mit der Verwirklichung seiner Grundsätze sich befaßt haben. Seine Grundsätze sind nichts als die rechtmäßigen Forderungen der hohen Entwickelung, zu welcher die Menschheit gelangt ist. Der Zweck dieser Forderungen ist kein anderer, als auf freiheitlicher Grundlage die »größtmögliche Glückseligkeit der größtmöglichen Anzahl« herbeizuführen. Das Ankämpfen gegen den Liberalismus kann von liberaler Seite — die von jeher Gegner des Liberalismus waren, gehen uns hier nichts an — nur auf einem Mißverständnis beruhen, und wir müßten sehr irren, wenn dieses Mißverständnis nicht auf die freiheitlichen Grundlagen sich bezöge.

In den großen Staaten, welche eine natürliche Folge der modernen Kultur sind, ist das rein demokratische Prinzip, nach welchem jeder direkt an der Gesetzgebung teilzunehmen hätte, undurchführbar. Es darf dieses Prinzip nicht verwechselt werden mit dem rein liberalen Grundsatz, nach welchem es keine Ständeunterschiede und nur ein gleiches Recht für alle zu geben hat. Diese Forderung ist identisch mit dem Rechtsstaat; sie ist seine demokratische Wahrheit und ihre Verwirklichung auf praktischer Grundlage die Hauptsache. Darum hat der moderne Liberalismus an die Stelle des demokratischen das Repräsentativsystem gesetzt, welchem gemäß zur Ausübung des Gesetzgebungsrechtes eine entsprechende Anzahl gewählt wird, der man nicht nur die nötige Unabhängigkeit, Ehrenhaftigkeit und Sachkenntnis zutraut, sondern auch unbedingtes Vertrauen schenkt. Mißbraucht Einer die ihm damit zuerkannte volle Freiheit oder erweist er sich als untüchtig, so wird er nicht mehr gewählt: ihn dadurch für sein Amt tauglicher machen zu wollen, daß man ihm die Hände bindet und von den Wählern vorschreiben läßt, welche Haltung er in den einzelnen bestimmten Fällen, über welche die Majorität der Wähler oft gar kein klares Urteil haben kann, einzunehmen habe, ist eine vollständige Verkennung des Repräsentativsystems, das durch die Verquickung mit einem nicht mehr möglichen System lahmgelegt wird. Welche Folgen ein Verharren auf diesem Wege für die wahre Freiheit, die man dadurch fördern will, haben wird, kann nur die Zukunft lehren. Daß dadurch der Liberalismus auf das schwerste geschädigt wird, ist unbestreitbar, und am wenigsten kann dies von jenen bestritten werden, die ihm lieber heute als morgen den Todesstoß versetzen möchten. Glücklicherweise ist er unsterblich, weil er nur der Ausdruck hoher menschlicher Entwickelung ist und diese wohl krankhafte und sehr schmerzliche Umwälzungen durchmachen, aber nicht untergehen

kann, solang nicht die Menschheit untergeht. Auch liegt uns nichts ferner, als hier in diese Frage uns näher einlassen zu wollen; wir berühren sie nur, um zur Frage zu gelangen: welche Folgen die neueste Entwickelungsphase für die Duldsamkeit hat?

Ein Moment ist es hauptsächlich, welches das klare Antlitz dieses Schutzengels tief umflort. Wie lange ist es her, daß Einer, der hätte behaupten wollen, es werde im neunzehnten Jahrhundert zu Judenverfolgungen kommen, einfach ausgelacht worden wäre? Und wir haben diese Schmach erlebt, und zu Greuelthaten ist es gekommen, die zu schildern unsere Feder sich sträubt. Manche werden vielleicht Protest erheben wollen gegen die Verbindung, in welche wir das alles bringen. Allein das Protestieren hilft nichts bei Konsequenzen, welche sich selber ziehen. Wir wissen genau, welche Beweggründe bei den verschiedenen Schichten der Bevölkerung den Ausschlag geben. Bei den Gebildetsten ist es Rassenhaß, und mit Stolz, als einen Beweis ihrer Bildung, geben sie diesen Grund an. Wie wenn Rassenhaß und Bildung nebeneinander bestehen könnten! Freilich was man in manchen, hin und wieder sogar hohen Kreisen heute noch Bildung nennt: gesellschaftlichen Schliff. Kenntnisse, Fertigkeiten, die sehr nützlich sind, bei welchen man aber doch ein Blindgeborner bleibt im Paradies ethischer Bildung, deren Merkmal die gleich hohe Entwickelung des Gemütes wie des Geistes ist. Einzelne Verschämtere lassen den Haß nicht gelten und berufen sich nur auf Charakterfehler dieser Rasse, wie wenn nicht jede Rasse ihre schädlichen Charakterfehler aufzuweisen hätte und dies ein Grund sein könnte, die Toleranz, ohne die es eine wahre Zivilisation nicht gibt, schlechtweg zu verleugnen. Die noch minder Gebildeten handeln aus unedlem Neid und gemeiner Habsucht. Sie meinen: wenn ein paar Millionen betriebsamer Menschen um ihren Erwerb gebracht werden, dann können auch die nichtbetriebsamen leicht zu Geld kommen und sich's wohlergehen lassen. Bei den ganz Ungebildeten ist es Raubsucht, welche fremdes Gut direkt sich zuzueignen strebt, gemischt mit religiösem Fanatismus, der verderblichsten aller menschlichen Leidenschaften. Zu diesen klar ausgeprägten Klassen echter Antisemiten kommen noch die Dilettanten, die entweder aus Gedankenlosigkeit, weil irgend ein Witzwort, das in ihren Kram paßt, sie gefesselt hat, der neuen Bewegung sich anschließen, oder aus wohlüberlegtem Interesse — lebten wir zur Zeit Lessing's, so würden sie der entgegengesetzten Strömung folgen — um einem selbstsüchtigen Streben zu fröhnen, das eine größere Gefolgschaft erheischt, der neuen Bewegung sich an die Spitze stellen. Aber tutti quanti wären sie nicht da, wenn der Liberalismus noch immer alles Dichten und Trachten der modernen Gesellschaft beherrschte und all die Triebe nicht aufkommen ließe, die unserer Zeit einen unsittlichen Stempel aufdrücken. Die Judenverfolgung ist nur die markanteste Form, weil sie die Duldsamkeit öffentlich und mit blutigen Fäusten ins Gesicht geschlagen hat. Treiben es etwa die Christen untereinander besser, wenn sie, wo es nur sein kann, das liberale: gleiches Recht für alle — mit Füßen treten, indem sie ausrufen: weniger Recht den andern, damit mehr auf mich komme?

Wir haben den religiösen Fanatismus genannt, und können es nicht dabei bewenden lassen, weil die Kirche, welcher nichts willkommener sein kann als eine Niederlage des Liberalismus, in mehr als bedenklicher Weise das Haupt erhebt. Darunter verstehen wir nicht, daß sie mit besonderem Eifer die Religion pflegt. Es ist dies nichts als ihre Pflicht. Was ihr in Zeiten, die an den Grundlagen des modernen Staates rütteln, als das Erste gilt, ist, jeder Bewegung sich zu bemächtigen, welche die Kirche zu einer dem Staat ebenbürtigen, womöglich den Staat überragenden Macht erheben könnte. Keiner anderen Erscheinung gegenüber hat das alte principiis obsta eine größere Wichtigkeit. Die wirksamsten Kräfte stehen ihr zu Gebot und die kleinsten Mittel verachtet sie nicht. Wo es nur thunlich ist, dringt sie ein, und wo sie eingedrungen ist, faßt sie Wurzel. Gelingt es ihr, in einem Staate das entscheidende Wort zu erlangen, dann hat der Liberalismus, für den es nur Eine Menschenart gibt, ein Ende, und an die Stelle der Duldsamkeit tritt das Erdulden. Erdulden heißt's dann, bis der moderne Mensch sich wieder bewußt wird seines Selbstzwecks und sich aufrafft gegen das Schlagwort, das schon oft ihn bethört hat, aber niemals ihn überwinden wird.

Das Schlagwort! Damit allein sagen wir eigentlich nichts. Wird doch heutzutage auch der Liberalismus ein Schlagwort genannt, und jedem steht es frei, auch die Duldsamkeit ein Schlagwort zu nennen. Thut dies niemand, so ist es nur, weil das Wort just nicht im Schwang ist und daher, wenn überhaupt nicht als Schlagwort gebraucht, als Schlagwort auch nicht mißbraucht wird. Alles kann mißbraucht werden. Worauf es ankommt, ist, daß das, wofür man einsteht, in der hochentwickelten Menschennatur begründet sei und nicht in einem notwendigerweise vorübergehenden Aufflackern der verführten Menschennatur. Wird das, was den Menschen wahrhaftig vorwärts bringt, zum Schlagwort, daß es begeisternd von Mund zu Mund geht, desto besser. Nur für ein bloßes Schlagwort stellt der Klardenkende nicht seinen Mann. Was bloßes Schlagwort ist, was nicht, darüber urteilt früher oder später endgültig, aber immer unbestechlich, ein einziger Richter — das Los der Menschheit. Ja wenn wir die Duldsamkeit erfunden hätten, dann würde uns ernstlich bange. So bezaubernd lächelt sie uns an, daß wir sie als eine Dichtung ansehen könnten. Allein sie ist das Kind der allgemeinen Entwickelung. In der staatlichen Gesellschaft hat das Wohlwollen sich entfaltet und zum mildesten der Affekte, zur Duldsamkeit sich erhoben. Und dem es Ernst ist mit der Entwickelungslehre, der auf sie seine Ethik stützt: dem entwirft sich, aus Kampf und Not hervorgegangen, ein Menschenbild, riesig in seinen Leistungen, aber gerade darum in seinen Kleinlichkeiten, Schwächen und Mängeln nur vom erhabenen Standpunkt der Duldsamkeit richtig zu beurteilen. Und da sollten wir zu dieser nicht emporblicken als zu einem Stern, der zwar, weil wir nur Menschen sind, sich trüben, aber, solang es Menschen gibt, nicht untergehen kann?

Eine Lippenblume mit Klappvisier als Schutzeinrichtung gegen Honig- und Pollenraub.

Von

E. Loew (Berlin).

Vielen Lesern des Kosmos wird die Schilderung erinnerlich sein, welche der seiner ergebnisreichen Forscherthätigkeit leider zu früh entrissene Hermann Müller in dem Aufsatze: »Die Insekten als unbewußte Blumenzüchter« von den Bestäubungseinrichtungen der Taubnesselblüte [1] als Beispiel einer bienenblütigen Labiate gab. Letztere Pflanzenfamilie bietet überhaupt in bezug auf hochgradig gesteigerte Anpassung an bestimmte Bestäubergruppen sehr merkwürdige Fälle dar, von denen ich hier einen recht originellen mitteilen will. Er betrifft eine Blumeneinrichtung, die ganz augenscheinlich darauf hinzielt, sowohl einen vollkommenen Honigverschluß herzustellen und dadurch den Nektar nur für eine bestimmte Gruppe von Besuchern zugänglich zu machen, als auch eine wirksame Maschine für Pollenausstreuung bei gleichzeitigem Schutze gegen Pollenplünderung zu gewinnen. Die Pflanze, an deren Blumen ich eine derartige Konstruktion beobachtete, war eine im Berliner botanischen Garten im Freien kultivierte, aus Syrien stammende Filzkraut-Art (*Phlomis Russeliana*) [2]. Dieselbe stellt eine ca. 1—1,2 m hohe, stark filzig behaarte Staude dar, deren Blütenstände durch Größe und leuchtende Farbe der Blumen sofort ins Auge fallen. Wie bei allen Labiaten stehen die Blüten in den Winkeln der oberen Blätter in Scheinquirlen; letztere bilden nun bei unserer Pflanze Halbkugeln von etwa 6 cm Durchmesser, welche durch hellgelbe Farbe der Kronen weithin sichtbar gemacht werden. Die den Quirlkopf herstellenden einzelnen Blüten sind mit ihren kantigen, von 5 Stachelzähnen gekrönten Kelchen so fest aneinander gefügt, daß man Mühe hat, eine einzelne Blume aus dem Verbande mit ihren Nachbarn zu lösen — ein Umstand, der für das Verständnis der Bestäubungseinrichtung, wie sich nachher zeigen wird, von besonderer Bedeutung ist. Die Größe der Blumenkronen ist für eine Lippenblume ziemlich beträcht-

[1] Kosmos Bd. 3, p. 488—490.

[2] Vgl. die Abbildungen in meinen „Beiträgen zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen einiger Labiaten". Berichte der Deutsch. botanisch. Gesellschaft. Bd. 4, p. 113—143.

lich, indem die Röhren ca. 20—22 mm messen und die helmartig gewölbte, der dreiteiligen Unterlippe dicht aufliegende Oberlippe eine Länge von ca. 18 mm besitzt. Die Oberlippe weist nun eine höchst sinnreiche und bei keiner anderen Labiate in gleich vollkommener Weise ausgeprägte Konstruktion auf; sie ist nämlich zu einer den Eingang zur honigbergenden Blumenröhre verschließenden Vorrichtung geworden, die nach Art eines Helmvisiers auf- und abwärts geklappt werden kann. Zu diesem Zwecke entwickelt die Oberlippe an der Stelle, wo sie mit der Unterlippe zusammenhängt, eine blasige, nach Art eines Scharniers wirkende Gelenkschwiele, welche gegen die beiden Flanken der Oberlippe durch eine spitz eingesetzte Furche abgegrenzt wird. Wie besonders die Rückenansicht der Blume zeigt, hängen die paarig vorhandenen Gelenkschwielen mit einem median auf dem Oberlippenhelm verlaufenden Kiel zusammen, als dessen seitliche Ausbuchtungen sie erscheinen. Die Einrichtung erinnert somit stark an ähnliche Scharniervorrichtungen, welche bei vielen Schmetterlingsblüten am Grunde der Flügel und des Schiffchens zur Ausbildung gelangen und ebenfalls den Zweck haben, ein momentanes Herunterklappen der betreffenden Teile sowie das damit in Verbindung stehende Hervortreten der Bestäubungsorgane herbeizuführen. Die Klappvorrichtung unserer *Phlomis*-Art wirkt nun in umgekehrter Richtung wie die der Papilionaceen; während bei diesen Flügel und Schiffchen niedergedrückt werden müssen und dann durch die Spannung des Gelenkes wieder in ihre frühere Lage zurückkehren, läßt sich die Oberlippe der *Phlomis* um einen gewissen Winkel in die Höhe klappen, um dann von selbst wieder die Anfangsstellung einzunehmen und den Blumeneingang von neuem zu verschließen. Gleichzeitig treten beim Aufklappen Staubgefäße und Griffel aus der sie bergenden Oberlippe hervor. Wird die Oberlippe um einen Winkel über 45^0 absichtlich aufwärts geklappt, so kehrt sie nicht wieder von selbst in ihre Anfangslage zurück, sondern verharrt in dieser Stellung. Es erklärt sich dies daraus, daß die federnde Wirkung der Gelenkvorrichtung dadurch bedingt ist, daß die Unterränder der Oberlippe an der Verbindungsstelle zwischen ihr und der Unterlippe mit einem kleinen Fortsatz die letztere umfassen. Werden diese Fortsätze durch sehr starkes Aufklappen über die Ränder der Unterlippe fortgeschoben, so wird der ganze Apparat — ähnlich wie am Schiffchen der Schmetterlingsblumen — außer Wirksamkeit gesetzt und die Oberlippe vermag nicht mehr in ihre Anfangslage zurückzukehren. Der Vergleich dieses federnden Blütenverschlusses mit einem auf- und zuklappenden Helmvisier verdeutlicht hoffentlich den Mechanismus der Einrichtung hinreichend. Des weiteren verdient noch hervorgehoben zu werden, daß etwaige Seitenverschiebungen der senkrecht oder etwas schräg gestellten Blumenröhre während des Aufklappens dadurch vermieden werden, daß dieselbe äußerst tief in den sehr solide gebauten Kelch eingesenkt ist, und daß außerdem, wie schon vorhin erwähnt, die einzelnen Blüten außerordentlich fest aneinanderschließen, so daß die Drehpunkte des Helmvisiers auf einer unverschiebbaren Fläche ruhen. Gleichzeitig wird durch die feste Bergung des unteren Teils der Blüte jedes gewaltsame Eindringen von Insekten etwa durch Einbeißen von Löchern unmöglich gemacht.

Der auf- und zuklappbare Visierverschluß der Blüte verbindet sich weiter mit besonderen Vorrichtungen für Pollenausstreuung und Schutz gegen Pollenraub sowie mit Mitteln zur Sicherung von Fremdbestäubung. Die unteren Seitenränder der aufklappbaren Oberlippe sind nämlich derartig umgeschlagen, daß die Staubgefäße fast vollständig eingehüllt werden; nur ein schmaler vorderer Spalt und eine hintere dreieckige Fläche über den Staubfäden bleibt offen. Hierdurch werden kleinere, auf Pollenplünderung ausgehende Insekten, die sich etwa von unten an die Staubbeutel ansetzen könnten, sehr wirksam abgehalten. Die beiden bei unserer Pflanze vorhandenen Griffeläste sind äußerst ungleich entwickelt; nur der untere längere trägt reichliche Narbenpapillen und ragt als ein kurzer gekrümmter Haken aus dem vorderen Spalt der Oberlippenränder hervor, während der obere Ast ganz in der Oberlippe geborgen erscheint. Die Fäden der Staubgefäße sind an der Hinterwand der Blumenröhre angewachsen, und zwei derselben enden unten in je einen pfriemenförmigen Fortsatz, der bei allen *Phlomis*-Arten vorhanden ist und den Zweck zu haben scheint, innerhalb der Röhre als eine Art von Sperrvorrichtung zu wirken, um die Bewegung der Staubgefäße in eine bestimmte, der Pollenausstreuung günstige Bahn zu lenken. Demselben Zweck dienen auch zwischen den Staubfäden befindliche und miteinander sich etwas verfilzende Haare. Drängt sich nun ein geeignet ausgerüsteter Besucher, wie die Gartenhummel (*Bombus hortorum*), die ich mehrfach als Bestäuber der *Phlomis* im Berliner botanischen Garten beobachtete, mit dem Kopf zwischen die Oberlippe und die als Sitzplatz gewählte Unterlippe, so hebt sie das Klappvisier anfangs nur wenig in die Höhe, berührt dabei mit der Oberseite von Kopf und Rücken zunächst den am meisten hervorragenden Griffelhaken und drängt dann mit vorgeschobenem Rüssel weiter vor, wodurch die Oberlippe noch mehr aufklappt und die Staubfäden mit den Antheren zwischen den Spalträndern der Oberlippe hervorgedrängt werden, da dieselben durch die soeben beschriebenen Einrichtungen in unveränderlicher Lage auch bei Bewegung und Verschiebung der Oberlippe erhalten werden. Bei dem Hervortreten der Pollenbehälter müssen dieselben mit ihrer Unterseite notwendigerweise Blütenstaub auf den Rücken des Besuchers abdrücken und den Haaren dieser Körperstelle anheften. Sobald die Hummel soweit vorgerückt ist, beginnt sie den bereits vorher ausgereckten Rüssel in die Blumenröhre einzuführen, an deren Grunde reichlicher Honig aus der fleischigen Unterlage des Fruchtknotens abgesondert wird. Der Eingang in die Röhre hat einen Durchmesser von etwa 6 mm, ihr unterer Teil verengt sich jedoch bis auf 3 mm; ihre Länge beträgt 20—22 mm. Nur eine langrüsselige Hummel wie die erwähnte *Bombus*-Art ist imstande, so tief geborgenen Honig zu erreichen. Denn wenn auch noch ein Teil des Kopfes in den Blüteneingang eingeschoben werden kann und auch das untere enge Blumenröhrenstück bis zu einer gewissen Höhe bei reichlicher Honigabsonderung mit Nektar sich zu füllen vermag, so gehört doch mindestens ein Rüssel von 16—19 mm Länge dazu, um den Honig ausbeuten zu können. Diese Rüssellänge besitzt nun die genannte Hummel in der That, da die Weibchen derselben ein Saugorgan von 19—21 mm, die Arbeiter ein solches von

16 mm Länge besitzen. Eine zweite, die *Phlomis*-Blüten im botanischen Garten aufsuchende Hummelart — die bekannte Erdhummel (*Bombus terrestris*) — war dagegen außer stande, mit ihrem nur 9—11 mm langen Rüssel den Honig der Blume sich zu nutze zu machen. Außerdem bemerkte ich zu meinem Erstaunen, daß dieselbe überhaupt nicht dazu gelangte, den richtigen Eingang in die Blüte zu finden. Ein Exemplar derselben kroch an mehreren Blumen der *Phlomis* suchend herum, ohne daß sie auf den Einfall kam, den Kopf tiefer unter die Oberlippe zu drücken, was die intelligentere Gartenhummel sehr bald begriffen hatte. Schließlich schien die enttäuschte Erdhummel dicht über dem Kelche nach einer geeigneten Einbruchsstelle zu suchen und gab endlich, durch die starren Kelchzähne und die feste Fügung dieser Blütenpartie abgeschreckt, auch diesen Versuch ohne Resultat wieder auf. Die Gartenhummel vermochte dagegen in jedem Falle sowohl die Oberlippe zu heben als auch den Honig zu erreichen. Sobald nach Ausbeutung der ersten Blüte die Hummel an den Haaren der Körperoberseite mit Pollen bestreut ist, muß sie infolge der beschriebenen Konstruktion der *Phlomis*-Blüte bei Besuch einer zweiten Blume den ihr zuerst entgegentretenden unteren Narbenast streifen und dadurch Kreuzung verschiedener Blüten bewerkstelligen. Nach erfolgtem Hummelbesuch klappt das Helmvisier der Oberlippe sofort durch eigene Spannung wieder hinunter und verschließt den Blüteneingang von neuem; ein Stehenbleiben des Visiers in aufgeklappter Lage würde übrigens auch den Zweck der ganzen Konstruktion illusorisch machen.

Im ganzen betrachtet steht die oben beschriebene, merkwürdige Blumeneinrichtung von *Phlomis Russeliana* unter den übrigen Lippenblütlern nicht ganz isoliert, indem sich Anklänge an dieselbe zunächst bei anderen *Phlomis*-Arten und in gewissem Sinne auch bei *Lamium*-Formen finden lassen. Die Klappvorrichtung sowie der Antherenschutz durch die umgeschlagenen Oberlippenränder ist der beschriebenen Art jedoch ganz eigentümlich. Es liegt auf der Hand, daß eine derartige Einrichtung nur als hoch spezialisierte Anpassung an langrüsselige und (der Hebung des Helmvisiers wegen) kräftige Blumenbesucher, wie es die Hummeln sind, verstanden werden kann. Schmetterlinge sind offenbar zu kraftlos, die den Blumeneingang verschließende Klappe zu heben; ebenso werden kleinere Bienen, Fliegen und etwaige andere Blumengäste sowohl von Honigausbeutung als von Pollenplünderung infolge des eigentümlichen Baues der *Phlomis*-Blüten sehr wirksam von letzteren fern gehalten. Unsere Pflanze bietet somit das seltene Beispiel einer exklusiven »Hummelblume«, indem die meisten übrigen derartigen Blüten in der Regel gleichzeitig auch von Faltern besucht zu werden pflegen; jedenfalls wird sie auch in ihrer Heimat von langrüsseligen und großleibigen Apiden zum Zweck der Kreuzung besucht, worüber ich bis jetzt keine Daten zu erlangen vermochte.

Wissenschaftliche Rundschau.

Biologie.

Die Dauer des Lebens bei höheren und niederen Tieren.

(Schluß.)

Dem Angriff Goette's gegenüber konnte es natürlich nicht ausbleiben, daß Weismann seine Ansicht von neuem rechtfertigte und die Haltlosigkeit der Theorie Goette's nachwies[1]. Bei der Vergleichung beider Streitschriften wird nicht nur mir, sondern auch den meisten übrigen Lesern die Klarheit des Urteils aufgefallen sein, wie man sie bei Weismann findet. Während sich Goette seine Sätze durch philosophische Trugschlüsse plausibel zu machen sucht, sind Weismann's Aussprüche so natürlich, so selbstverständlich, daß man sich wundern möchte, wie überhaupt eine gegenteilige Behauptung ausgesprochen werden konnte.

Ganz richtig bezeichnet Weismann den Tod als den definitiven Stillstand des Lebens, er vermeidet also den Fehler Goette's, die Anabiose nicht zu beachten. Auch darin trifft er das richtige, daß er den Begriff der Leiche mit dem des Todes für unzertrennlich hält, und er rechtfertigt diese Ansicht mit folgenden treffenden Worten: »Daß dieselbe organisierte Masse, welche vorher die Erscheinungen des Lebens hervorbrachte, sie jetzt nicht mehr hervorbringt und niemals mehr hervorbringen wird, das macht den Tod aus, nur dies hat man bisher unter Tod verstanden und nur von dieser Begriffsfassung können wir ausgehen, wenn wir nicht allen festen Boden unter den Füßen verlieren wollen« (l. c. pag. 9).

Mit Entschiedenheit tritt Weismann gegen die Ansicht Goette's auf, daß die Encystierung eine Verjüngung sei. Hier kommt nicht wie bei der Konjugation etwas Neues hinzu, woraus neue Kraft geschöpft werden könnte; »ein altes Haus, dessen Balken morsch, dessen Mauern bröckelig geworden sind, kann man wohl einreißen, aber es aus demselben Material wieder besser aufbauen, dürfte schwerlich gelingen.«

»Viel einfacher und natürlicher«, sagt Weismann, »würde es mir vorkommen, wenn man in der Encystierung eine Schutzeinrichtung sehen

[1] Über Leben und Tod. Eine biologische Untersuchung. Jena, Fischer. 1884.

wollte, deren ursprünglichste Bestimmung einfach die war, einen Teil der Individuen einer Kolonie vor dem Untergang durch Eintrocknen oder Erfrieren zu schützen, oder in anderen Fällen auch die Fortpflanzung durch Teilung, während der das Individuum unbehilflicher und feindlichen Angriffen leichter preisgegeben ist, zu schützen oder noch in anderer Weise einen Vorteil zu sichern.« Auch viele Forscher, wie Bütschli und Balbiani fassen es als eine nützliche Eigenschaft gewisser Tiere auf, sich so vor den Unbilden der Jahreszeit zu schützen.

Weismann legt sich nun auch die Frage vor, warum vor der Encystierung die Organisation in gewisser Weise rückgebildet wird, z. B. die Pseudopodien eingezogen werden. Er meint, daß dies teilweise auf dem Bestreben nach Raumersparnis und teilweise auf der Ausscheidung der Cyste selbst beruht, die doch immerhin einen gewissen Substanzverlust verursacht (l. c. pag. 14). Weismann, der sich nicht weiter auf die Untersuchung dieses Umstandes einläßt, hat jedenfalls das Richtige gemeint, scheint aber, wie ich glaube, nicht das passende Wort angewendet zu haben. Es ist sicherlich eine nicht unbedeutende Arbeitsleistung für das Tier, sich mit einer oft dicken Cyste zu umgeben, und es ist daher eine sehr nützliche Eigenschaft, diese Arbeitsleistung auf das kleinst mögliche Maß herabzudrücken. Nun ist bekanntlich die Kugel derjenige Körper, der bei demselben Inhalt die kleinste Oberfläche hat. Wenn die Tiere also vor der Encystierung die Pseudopodien einziehen und sich zu einer Kugel abrunden, so haben sie weit weniger Cystensubstanz abzusondern, als wenn auch die ausgestreckten Pseudopodien damit umgeben würden. Ferner ist zu beachten, daß letztere sehr vielen Gefahren, z. B. dem Abbrechen ausgesetzt wären, und daß die Kugelform die widerstandsfähigste ist. Bei der Encystierung ist also sicherlich auch die Wahl der Form eine nützliche Eigenschaft. — Auch macht Weismann darauf aufmerksam, daß die Zellen sich häufig deshalb abrunden, weil auf die Encystierung eine Teilung folgt.

Ferner entgegnet Weismann, daß »es auch zahlreiche Fälle gibt, welche beweisen, daß das encystierte Tier genau dieselbe Struktur und Differenzierung seiner Körpermasse behalten kann, die es vorher hatte, und zwar während der ganzen Dauer des Encystierungsprozesses. Oft hört nicht einmal die Bewegung auf, vielmehr rotiert das eingekapselte Tier und später seine Teilsprößlinge in der engen Cyste lebhaft umher. Es ist also unzweifelhaft, daß es sich hier nicht um eine homogene Masse, eine tote organische Masse handelt.

Ebenso viele Gründe und Thatsachen, wie sich gegen die Theorie vom Tode der Monoplastiden anführen lassen, ebensoviele führt Weismann auch gegen die Theorie an, daß der Tod eine Folge der Fortpflanzung sei. Für die Monoplastiden ist dies sofort einzusehen, da die Encystierung durchaus nicht immer mit der Teilung verbunden ist.

Goette, der nachweisen will, wie sich der Tod der Homoplastiden aus dem der Monoplastiden entwickelt hat, macht bei dieser Erklärung, wie Weismann zeigt, einen logischen Fehler. Bei denjenigen Monoplastiden, welche sich zeitweise zu einer Homoplastiden-artigen Gruppe zusammenlegen, tritt der Tod bei der Encystierung ein. Bei denjenigen aber,

welche eine etwas längere Zeit zusammenbleiben und daher schon als Homoplastiden gelten können, soll der Tod nach Goette nicht mehr bei der Encystierung, sondern bei der Auflösung des Zellverbandes stattfinden.

Auch Weismann wendet sich ebenso entschieden, wie ich es oben gethan habe, gegen die Ansicht, daß die Auflösung einer solchen Zellkolonie Tod genannt werden darf. Es ist kein »realer Tod«, denn es stirbt nichts Reales, sondern nur ein Begriff. Auch ist dieser Zustand weit verschieden von dem eines wirklichen Todes der Zellkolonie, den man etwa durch kochendes Wasser herbeiführt.

Das Goette'sche Beispiel der Orthonektiden erkennt auch Weismann nicht als zutreffend an. Einmal weist er in etwas anderer Weise als ich nach, daß es theoretisch durchaus nicht unbedingt nötig ist, daß diese einfachsten Heteroplastiden bei der Fortpflanzung sterben. Ferner führt er auch ein thatsächliches Beispiel hierfür an, nämlich die zweite Weibchenform der Orthonektiden, welche sich in mehrere Stücke teilen, in denen die Jungen ihre Embryonalentwickelung durchmachen. Der Körper (Soma) der Mutter, wenigstens die Teile desselben sterben nicht nach der Fortpflanzung.

Außerordentlich groß ist die Zahl der Gründe, mit denen Weismann den unlogischen Aufbau der Theorie Goette's nachweist; und es würde viel zu weit führen, wenn wir uns noch ferner mit der Nennung der Gründe und der Thatsachen beschäftigen wollten, die Weismann beibringt. Die Thatsachen aber, die Goette zur Stütze seiner Theorie angiebt, bei denen also direkt nach der Fortpflanzung der Tod eintritt, nennt Weismann mit Recht Ausnahmen. Denn bei nur sehr wenigen Tieren ist Fortpflanzung mit einer solchen Katastrophe verbunden.

Schon oben hatte ich auf den Fehler Goette's hingewiesen, anzunehmen, daß die erst nach der Fortpflanzung zu Tage tretenden Eigenschaften nicht Gegenstand der natürlichen Zuchtwahl sein könnten. Weismann macht auf einen andern, aber weniger auffallenden Irrtum aufmerksam. Goette sagt nämlich: »Die Wirkung und Bedeutung des Nützlichkeitsprinzips besteht bekanntlich darin, unter den jeweilig vorhandenen Bildungen und Einrichtungen das Passendste auszulesen, nicht direkt neues zu schaffen.« Es scheint hiernach fast, als ob Goette, wie Weismann glaubt, behaupten wolle, daß durch Variation und natürliche Zuchtwahl nichts Neues an einem Tiere geschaffen werden könnte. Er fährt indessen fort: »Jede Neubildung entsteht zuerst ganz unabhängig von einem etwaigen Nutzen aus gewissen materiellen Ursachen etc.« Mir scheint es mehr, als ob Goette daran zweifelte, wie es möglich sein könnte, daß die Zellen durch natürliche Zuchtwahl, welche bisher, d. h. bei den Homoplastiden, keinen natürlichen Tod kannten, also unsterblich waren, durch Variation plötzlich sterblich werden konnten. Der Übergang von der Unsterblichkeit zu einer begrenzten Lebensdauer ist niemals ein langsamer, stetiger, sondern erscheint wie ein Sprung. Wie haben wir uns diesen Übergang zu denken?

Weismann gibt hierauf etwa folgende Antwort (l. c. pag. 52): Wie es möglich war, daß durch Auswahl der sich bietenden chemisch-physikalischen Variationen des Protoplasmas sich verschiedenartige Körperzellen

differenzierten, so mußte es auch möglich sein, daß gerade solche Variationen zur Herrschaft gelangten, deren Konstitution ein Aufhören der Funktionierung nach bestimmter Zeit mit sich brachte. Aber auch hierbei bleibt der Sprung von der Unendlichkeit in die Endlichkeit bestehen und es scheint sich demnach der Weismann'schen Theorie eine Schwierigkeit entgegen zu stellen.

Zunächst mache ich nun darauf aufmerksam, daß sprungweise Variationen durchaus nichts Ungewöhnliches sind, sondern von den Züchtern sehr häufig beobachtet werden. Plötzlich taucht eine neue fertige Eigenschaft auf und durch geschickte künstliche Zuchtwahl gelangt sie zur Ausbreitung.

Übrigens scheint mir von der Unsterblichkeit der Monoplastiden zu der Sterblichkeit des Körpers der Heteroplastiden kein Sprung vorzuliegen. Denn um eine wirkliche Unsterblichkeit handelt es sich hier nicht; wenn die äußeren Umstände zu ungünstig werden, so sterben sie doch — aber, so wird man sagen, nicht eines natürlichen Todes. Das Protoplasma besitzt durchaus keine unbegrenzte Widerstandsfähigkeit, ist also nicht absolut unsterblich, sondern besitzt nur eine gewisse Widerstandsfähigkeit und bei Änderung der äußeren Umstände gehen die davon betroffenen Monoplastiden zu Grunde. Man kann sich nun sehr leicht vorstellen, daß eine Zelle die Eigenschaft erlangt, später etwas weniger widerstandsfähig zu sein als früher, also später leichter zu Grunde zu gehen. Da dies nun für die Zellen des Körpers (Soma) eine nützliche Eigenschaft ist, so werden nach und nach immer mehr Zellen die Eigenschaft erlangen, mit zunehmendem Alter an Widerstandsfähigkeit abzunehmen.

Es ist durchaus nicht nötig anzunehmen, daß schon bei der ersten Entstehung des Körpers (Soma) die Zellen desselben einen natürlichen Tod gehabt haben müßten. Vielmehr kann man sich sehr wohl einen Körper (Soma) denken, welcher nicht aus inneren Ursachen stirbt, sondern bei dem der Tod nur durch die äußeren Umstände herbeigeführt wird. Ein solcher Körper wird zwar noch längere Zeit nach beendeter Fortpflanzung leben, da ihm aber vielfach Gefahren durch Feinde und äußere Umstände drohen, so wird auch er nicht lange verschont bleiben. Es ist also zu beachten, daß ein Körper, welcher die Möglichkeit eines unendlich langen Lebens besitzt, in der Wirklichkeit doch nicht sehr lange leben wird, daß er vielmehr eine durchschnittliche Lebensdauer besitzt, deren Länge sich nach dem Vorgange von Dönhoff aus der Stärke der Vermehrung oder umgekehrt aus der Zahl der Gefahren, welche die Lebensverhältnisse bieten, berechnen läßt. Ein Heteroplastid mit einem Körper ohne natürlichen Tod ist also durchaus nichts Unmögliches.

Wenn wir uns nun vorstellen, ein solcher Körper erhielte die Eigenschaft, später weniger Widerstandsfähigkeit zu besitzen, also mit zunehmendem Alter hieran abzunehmen, so würde er in einem bestimmten Alter außerordentlich leicht zu Grunde gehen. Denken wir uns, daß die Widerstandsfähigkeit noch stärker abnimmt, so ist der Eintritt des Todes nach Erreichung eines gewissen Alters nicht nur sehr wahrscheinlich, sondern gewiß, da jedes Tier fortwährend unter Störungen von außen zu leiden hat.

Es fragt sich überhaupt, ob der Tod, den man den natürlichen Tod nennt, wirklich nur allein aus inneren Ursachen hervorgeht. Die innere Ursache scheint mir mehr passiver Natur zu sein, sie besteht nur aus der verminderten Widerstandsfähigkeit der Zellen gegen Störungen. Die Störung kommt aber von außen und sei sie noch so klein. — Ebenso ist es bei dem Tod durch äußere Ursachen, sei es durch Feinde, durch Trocknis oder Frost; auch hier kommt die Störung von außen und der Körper besitzt nicht Widerstandsfähigkeit genug, um sie überdauern zu können. — Zwischen dem natürlichen Tod und dem durch äußere Ursachen scheint mir also kein qualitativer, sondern nur ein quantitativer Unterschied zu bestehen. Bei ersterem ist Widerstandsfähigkeit und Störung gering, in der Jugend bedarf es dagegen einer starken Störung, um die bedeutendere Widerstandsfähigkeit überwinden zu können. Von dem Tod der Monoplastiden durch äußere Ursachen zu dem natürlichen Tod des Körpers der Heteroplastiden herrscht also keine Kluft, sondern ist ein langsamer Übergang möglich.

Diese hier angedeutete Theorie ist derjenigen Weismann's entgegengesetzt, die behauptet, daß der natürliche Tod infolge der beschränkten Vermehrungsfähigkeit der Zellen, also infolge des langsamer werdenden Zellersatzes einträte! Warum aber werden die Zellen fortwährend ersetzt, warum sterben sie? Für diesen Tod bietet uns Weismann's Ansicht keine Erklärung. Die Zellen sterben doch sicherlich nur deshalb, weil sie später an Widerstandsfähigkeit abnehmen oder weil die äußeren Eingriffe stärker werden, z. B. bei langsamer Änderung der Lage. —

Es existiert noch eine Art, die Entstehung des natürlichen Todes aus dem zufälligen, d. h. durch äußere Ursachen herbeigeführten zu erklären, die aber schon Weismann (l. c. pag. 55) mit treffenden Worten als falsch charakterisiert: »Es fehlt nicht an solchen, die glauben, aus dem bei jedem Individuum immer wieder von neuem und zur selben Zeit eintretenden künstlichen Tod könne mit der Zeit ein natürlicher Tod entstanden sein.« Allein dies setzt die Vererbungsfähigkeit der durch äußere Umstände erworbenen Eigenschaften voraus. Die Nachkommen eines Katzenpaares, dem man die Schwänze abgehauen hat, werden nicht schwanzlos geboren oder verlieren den Schwanz nicht in derselben Lebensperiode, in welcher er den Eltern abgehauen wurde, und wenn die Schwanzentfernung bereits durch Hunderte von Generationen fortgesetzt würde. Nach Anführung dieses Beispiels sagt Weismann, daß eine Veränderung nur dann denkbar und möglich ist, wenn sie von innen heraus eingeleitet wird, d. h. wenn sie von Keimesveränderungen ausgeht.

Nach einigen Abschweifungen kommt Weismann wieder auf die Frage zurück, warum der Tod der Tiere nützlich ist, und antwortet darauf, daß infolge der Hinfälligkeit und Verletzlichkeit des unsterblichen Körpers später nur krüppelhafte Individuen geboren würden. Auch dieser Umstand mag mitgewirkt haben, die Hauptursache wird aber doch die bereits oben erwähnte sein, nämlich der Umstand, daß die älteren Tiere nach beendeter oder zum größten Teil beendeter Fortpflanzung den übrigen Verwandten den Platz und die Nahrung fortnehmen: sie schaden dann mehr, als sie nützen.

Obgleich sie in keiner Beziehung zu der Lebensdauer der Tiere steht, so möchte ich doch eine sehr wichtige Folgerung der Weismann'schen Theorie erwähnen. Bei den Heteroplastiden stirbt nämlich nur der Körper (Soma) eines natürlichen Todes. Die Fortpflanzungszellen dagegen sind unsterblich, sie brauchen nicht zu sterben; denn wenn sie unter die passenden Umstände, d. h. zur Befruchtung gelangen, so leben sie weiter, und wenn später die hiervon abstammenden Fortpflanzungszellen des aufgewachsenen Tieres wieder zur Befruchtung gelangen, so können sie in infinitum weiter leben. Sie sind also unsterblich wie die Monoplastiden. Wenn beim Tode des Tieres die noch vorhandenen Fortpflanzungszellen mitsterben, so ist dies kein natürlicher Tod, sondern ein zufälliger, da ihnen die Lebensbedingungen entzogen wurden. Die Monoplastiden leben ja auch nur unter ganz bestimmten Umständen weiter. Auf dieser Unsterblichkeit des Protoplasmas, auf der Übertragung desselben von den Eltern auf die Jungen beruht die Vererbung. Eine nähere Erörterung dieser Theorie kann hier nicht vorgenommen werden, sie wurde nur erwähnt, weil sie sich unmittelbar an die Theorie Weismann's über die Dauer des Lebens anschließt und eine direkte Folge derselben ist.

Doch sei erwähnt, daß sich Weismann für »eine vollkommene Kontinuität des Lebens« ausspricht, das also ein »dauerndes, nicht ein periodisch unterbrochenes« ist. Es muß aber darauf aufmerksam gemacht werden, daß das Leben eines eingefrorenen Frosches oder eines eingetrockneten Rädertieres nicht mehr kontinuierlich fortdauert, sondern thatsächlich unterbrochen ist, obgleich es allerdings später wieder in Gang gebracht werden kann. Es müßte also heißen: das Leben ist ein dauerndes, kontinuierliches, insofern es nur durch Anabiose, niemals aber durch Tod unterbrochen werden kann.

Es ist erstaunlich, daß, trotzdem Weismann seine Theorie mit großer Klarheit niedergelegt und durch eine außerordentliche Zahl von Thatsachen gestützt hatte, sich außer Goette auch Möbius[1] dagegen ausgesprochen hat.

Möbius beginnt mit der Definition des Wortes »unsterblich«, und zwar versteht er »unter der Unsterblichkeit eines lebenden individuellen Wesens die ihm innewohnende und durch äußere Ursachen nicht zerstörbare Eigenschaft, als Individuen ewig fortzudauern. In diesem Sinne werden Gott, die Heiligen der Kirchen, die Verstorbenen der Gläubigen unsterblich genannt. Die Unsterblichkeit in diesem Sinne ist kein Gegenstand der Erfahrung, sondern ein transcendenter Begriff, auch für den Gläubigen« [1].

Weismann hat nun niemals behauptet, daß die Einzelligen und die Fortpflanzungszellen der Vielzelligen in diesem Sinne unsterblich, sondern nur daß sie potentia unsterblich seien, daß sie ewig weiter leben können, wenn stets die ihnen notwendigen Lebensbedingungen erfüllt werden. Übrigens sind auch die von Möbius angeführten Begriffe nicht unsterb-

[1] Das Sterben der einzelligen und der vielzelligen Tiere. Biologisches Zentralblatt, IV. Band, No. 13.

lich; denn sie würden, wie die Heiligen der Kirchen, mit der betreffenden Kirche, resp. mit dem ganzen Menschengeschlecht untergehen.

Möbius untersucht nun, ob die Einzelligen vielleicht wenigstens potentia unsterblich sind, findet aber, daß »das individuelle Dasein« der einzelligen Wesen »bei der Teilung erlösche«, und zwar »gehe es in dem Augenblicke zu Ende, wo sich die Tochtersprößlinge von einander trennen. Mit dem Abschluß der Teilung hört also das Mutterindividuum auf zu leben«.

Möbius begeht hier denselben Fehler, den Goette beging, als er glaubte, eine Zellkolonie erlitte bei ihrer Auflösung den Tod als »Individuum«. Daher erörtert Weismann in einer Widerlegung[1] der Einwürfe von Möbius die Frage, ob bei der Teilung von einem Tod des Individuums gesprochen werden kann, trotzdem doch nicht ein Klümpchen Protoplasma stirbt. Wir brauchen diese Auseinandersetzung nicht weiter zu verfolgen, da wir bereits oben gesehen hatten, daß hier nur von dem Untergange eines Begriffes, nicht aber vom Tode der lebenden Materie gesprochen werden kann.

Um zu zeigen, daß die Teilsprößlinge andere Bionten seien als das Mutterbion, macht Möbius geltend, daß dieselben zwar zuerst noch ganz aus derselben Substanz bestünden, dann aber während ihres Wachstums ebenso viel neue Substanz hinzufügen, als sie übernommen hätten, so daß dann also bei ihrer Teilung jeder Sprößling nur »höchstens $^1/_4$ der großmütterlichen Leibesmasse«, und »bei der zehnten Teilung höchstens $^1/_{1024}$ vom Leibe der Urmutter« enthalten könne (pag. 390). Mit Recht macht Weismann darauf aufmerksam, daß er bereits in seiner ersten Arbeit über diesen Gegenstand in der »Dauer des Lebens« (pag. 35) einem solchen Irrtum vorgebeugt hatte, indem er sagte: »Der Mann von heute besteht aus ganz anderen Molekülen als der Knabe von vor 20 Jahren« und doch sind beide für uns dasselbe Individuum. Die Vermehrung der Masse beim Wachstum und die Verminderung derselben bei der Teilung ist gleichgültig, vielmehr bedingt nur die Kontinuität des lebenden Körpers die Identität der Person.

Auch dann, wenn die Teilsprößlinge eines Infusoriums neue Teile bilden müssen, z. B. ein neues Vorderende mit Mund, kann von der Entstehung neuer Individuen nicht gesprochen werden; vielmehr zerstört bloße Formveränderung die Individualität niemals und die Raupe ist dasselbe Individuum wie später der Schmetterling.

Indessen führt Möbius noch einen Grund vor, der weit stichhaltiger erscheint als die soeben erwähnten. Er sagt nämlich: »Die Protozoen sind ebenso wie die Metazoen psychisch zentrierte Individuen. In den gesonderten psychischen Zentren der Teilungssprößlinge kann das frühere psychische Zentrum der Mutter nicht fortbestehen, weil deren individuelles, leibliches und geistiges Leben bei der Teilung erlischt. Die Protozoen sind daher auch vom psychologischen Standpunkt aus nicht unsterblich zu nennen.« Weismann aber erwidert hierauf. Möbius gebe

[1] Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzelligen. Biologisches Zentralblatt, IV. Band, No. 21 u. 22, 1884.

selbst zu, daß bei der Teilung nichts stirbt; es kann sich also bei dem »Erlöschen« der Mutterseele und dem Wiederaufleben der zwei Tochterseelen nicht um einen wirklichen Tod, vielleicht aber um einen Scheintod oder selbst um einen momentanen Stillstand des Lebens handeln. Wie kann dann aber die an Stoff gebundene Seele eine andere geworden sein? Frösche oder Raupen, die aus dem gefrorenen Zustand intakt wieder erwachen, sind dieselben Individuen wie vorher. Weismann erläutert dies durch folgenden Vergleich: »Man nehme an, der Mensch könne sich durch Teilung in der Medianebene fortpflanzen, so würde sein Gehirn dabei in zwei symmetrische Hälften zerfallen, und eine jede von ihnen würde das Bewußtsein des »Ich« mit sich nehmen und nicht minder den gesamten Inhalt der früheren Erfahrung. Durch die Teilung könnte der Inhalt des Bewußtseins nicht verändert werden, es könnte weder etwas davon wegfallen, noch etwas hinzukommen, höchstens das Bewußtsein der Teilung selbst, also eine neue Erfahrung. In diesem Sinne sagte ich (d. h. Weismann) schon früher: »Stellen wir uns eine Amöbe mit Selbstbewußtsein begabt vor, so würde sie bei ihrer Teilung denken: ich schnüre eine Tochter von mir ab, und ich zweifle nicht, daß jede Hälfte die andere für die Tochter und sich selbst für das ursprüngliche Individuum ansehen würde.« Die Erfahrungen, welche das Mutterbion gemacht hat, gehen auf jeden der Sprößlinge über und zwar nicht etwa halbiert, sondern voll und ganz; der Inhalt des Bewußtseins und vollends das Selbstbewußtsein läßt sich eben nicht halbieren oder vielmehr nur so, daß jede Hälfte wieder dem Ganzen gleicht, und geradeso muß es sich auch mit dem »psychischen Zentrum« der Amöbe verhalten«.

Da nun bei der Teilung nicht von einer Neubildung von Individuen gesprochen werden kann, so muß man sich dennoch hüten zu glauben, daß Mutter und Sprößlinge dieselben Individuen wären. Vielmehr folgen bei den Protozoen Generationen einander, und zwar so, daß der Körper der einen Generation in den der folgenden übergeht. »Es gibt also«, wie Weismann sehr treffend bemerkt, »keine Individuen bei den Protozoen im Sinne der Metazoen.« Bei letzteren bedeutet dieser Begriff den Körper (Soma) und die Fortpflanzungszellen, erstere aber besitzen keinen Körper (Soma). Man sollte also den nur für einen Teil der Tiere gültigen subjektiven Begriff bei solchen allgemeinen Betrachtungen fortlassen.

Doch Möbius bestreitet die Unsterblichkeit der Einzelligen nicht nur in formalem, sondern auch in realem Sinne; denn er glaubt, daß die Individuen mit der Zeit »altern«, daß ihre Reizfähigkeit nach und nach schwächer werde, endlich ganz erlösche, um in den Teilsprößlingen verjüngt wieder aufzuleben. Hiergegen läßt sich der schon früher von Weismann gebrauchte Vergleich anführen, daß sich aus dem Material eines alten Hauses kein neues bauen läßt.

Indessen gibt es noch einen anderen Vorgang, der vielfach als Verjüngung aufgefaßt wird, es ist die Konjugation. Sehr viele Forscher haben die auch nach meiner Meinung richtige Ansicht, daß die Substanz der Einzelligen nach einer oder vielleicht vielen Teilungen altert und zu Grunde gehen würde, wenn sie nicht durch Konjugation aufgefrischt würde. Da die Beobachtungen hierüber nicht ausreichen, so kann dies

nur als eine subjektive Ansicht gelten; und Weismann scheint auch nicht zugeben zu wollen, daß die Einzelligen bei ausbleibender Konjugation schließlich sterben müßten.

Aber selbst wenn dies der Fall ist, so müssen die Einzelligen dennoch für unsterblich gelten; denn wenn die Zelle abstirbt, falls sie keine Konjugation eingehen kann, so ist dies kein physiologischer, kein natürlicher Tod, sondern ein accidenteller Tod, ein Tod, der aus der Nichterfüllung gewisser äußerer Lebensbedingungen erfolgt. So wenig wir von normalem Tod sprechen, wenn ein Tier verhungert, so wenig können wir ein Absterben von Einzelligen beim Ausbleiben der Konjugation einen natürlichen Tod nennen. Also auch dann, wenn die Einzelligen bei ausbleibender Konjugation sterben sollten, so müssen sie dennoch als unter bestimmten Bedingungen unsterblich gelten.

Dasselbe gilt für die Fortpflanzungszellen der höheren Tiere. Auch diese sterben, wenn man ihnen gewisse Lebensbedingungen, nämlich die Befruchtung, nicht erfüllt; ein solcher Tod ist aber ein zufälliger, kein natürlicher. Die Fortpflanzungszellen sind also ebenfalls potentia unsterblich. —

Endlich gibt uns Weismann noch zu berücksichtigen, daß es auch bei den Einzelligen noch andere Vermehrungsarten als die Teilung gibt. Bei einer Acinete, jenem wimperlosen, festsitzenden Infusorium mit Saugfüßchen schnüren sich ein oder mehrere Stücke von dem großen Körper des Muttertieres ab und schwimmen mittels Wimperkranz davon, um sich anderwärts festzuheften und zur Acinete zu werden. Da man nun hier zwischen einer Mutter und einer Tochter unterscheiden kann, sowohl nach Größe als nach Bau, so ist es nicht unmöglich, daß jene nur eine gewisse Zeit lang Schwärmsprößlinge hervorbringt und dann aus inneren Gründen abstirbt.

Ferner teilt sich bei manchen Gregariniden und verwandten Wesen nicht immer die Gesamtmasse des Tieres in zahlreiche, kleine Sprößlinge, sondern ein Teil der Substanz des Muttertieres bleibt zuweilen unverbraucht und scheint später zu Grunde zu gehen.

Demnach hätten also gewisse Einzellige einen natürlichen Tod. Und selbst Weismann gibt zu, daß es bei diesen zu einer solchen Einrichtung gekommen sein kann, und beansprucht die Unsterblichkeit daher nur für die übrigen Einzelligen (l. c. pag. 678).

Es scheint mir indessen, als ob man dies nicht zuzugeben brauchte. Man betrachte irgend ein Klümpchen Protoplasma in dem Körper der Gregarine und man wird zugeben, daß es nur vom Zufall abhängig ist, ob es in den Körper eines der Sprößlinge übergeht oder zurückbleibt und abstirbt. Dieser Teil des Protoplasmas geht aber doch nur deshalb zu Grunde, weil für ihn die Lebensbedingungen zufälligerweise nicht erfüllt wurden, während es für den übrigen Teil des Protoplasmas wohl der Fall war. Wenn also auch ein Teil des Protoplasmas bei gewissen Gregariniden und Acineten zu Grunde geht, so muß dies Protoplasma dennoch unsterblich genannt werden, da es bei Erfüllung gewisser Lebensbedingungen niemals stirbt. Wie Weismann sagt, »liegt in der Unsterblichkeit der Substanz, aus welcher der Körper der Einzelligen besteht, der wesentliche und durchgreifende Unterschied von den Metazoen«.

Ich mache noch einmal darauf aufmerksam, daß es mir keine strenge Grenze zwischen dem natürlichen und zufälligen Tod, zwischen dem aus inneren und dem aus äußeren Ursachen zu geben scheint, vielmehr scheinen mir beim Eintritt des Todes stets innere und äußere Ursachen zusammenzuwirken. Der Tod des zurückbleibenden Protoplasmas ist ein solcher Tod, der ebenso richtig als natürlicher wie als zufälliger Tod bezeichnet werden kann. Man kann sogar jeden natürlichen Tod als zufälligen bezeichnen. Stirbt z. B. ein Mann im 160sten Lebensjahre aus Altersschwäche, so kann man dennoch behaupten, daß er noch länger gelebt haben würde, wenn er noch besser genährt worden wäre oder ihm dieser und jener Schmerz erspart geblieben, überhaupt jede schädliche Einwirkung vermieden worden wäre. Und wenn er unter diesen Umständen auch nur einen Tag oder eine Stunde länger gelebt haben würde, so muß man zugestehen, daß es äußere Ursachen waren, die ihm das Leben verkürzt, ihn vorzeitig getötet haben. Man darf nicht mit Unrecht behaupten, daß noch niemals ein Mensch eines natürlichen Todes gestorben sei, daß es überhaupt einen Tod, der nur aus inneren Ursachen herbeigeführt wird, gar nicht gibt.

Aus der Weismann'schen Theorie geht hervor, »daß die Geschlechtszellen der Metazoen den einzelligen Organismen entsprechen, daß sie sich aus jenen entwickelt haben und dadurch entstanden sind, daß Arbeitsteilung in einer Homoplastiden-Kolonie die Zellen in Körper- und Fortpflanzungszellen schied«.

Im allgemeinen werden sich nun bei der Bildung des Metazoenkörpers die Fortpflanzungszellen frühzeitig von den Körperzellen trennen. »Nun gibt es aber zahlreiche Fälle, in denen die Geschlechtszellen noch nicht während der Furchung oder der Embryonalbildung von den Zellen des Körpers (Soma) sich trennen, ja oft erst lange Zeit nach dem Beginn des selbständigen Lebens des aus dem Ei hervorgegangenen Individuums.« »Der Stoff, das spezifische Keimplasma, wird auch in diesen Fällen nicht vom Körper des Metazoons geliefert, sondern Keimplasmamoleküle gehen vom Ei aus in die somatischen Zellen des Embryos über und lagern sich unter steter Vermehrung an denjenigen Stellen des Körpers ein, an welchen sie später die Geschlechtszellen formieren.« »Die unendliche Protozoenkette, welche im allgemeinen in jedem Glied ein Metazoon absondert, ist hier unterbrochen, sie läuft nicht mehr in sichtbarer Zellengestalt durch die Metazoenindividuen hindurch, sondern löst sich in jedem jungen Metazoon zunächst in Moleküle auf, die sich im Körper zerstreuen und erst wieder zu einzelligen Individuen, d. h. zu Geschlechtszellen sammeln«.

»Diese Art der Erzeugung von Geschlechtszellen ist zunächst nur für die Hydroiden nachgewiesen, d. h. für Tierformen, welche sich durch Knospung vermehren und oft zu sehr großen Tierstöcken anwachsen, ehe die geschlechtliche Fortpflanzung eintritt. Es läßt sich verstehen, warum hier die Abspaltung des Keimplasmas, welches für die Geschlechtszellen bestimmt ist, nicht schon während der Bildung des Embryos geschieht — die Geschlechtszellen kommen eben sehr viel später zur Verwendung; es läßt sich aber einsehen, daß die Reservierung bloßer Keimplasma-

moleküle anstatt Keimplasmazellen in diesem Falle bedeutende Vorteile gewährte, indem dadurch eine Zerstreuung des zuerst noch minimalen Keimplasmavorrats durch den ganzen Tierstock hindurch möglich wurde und so unter allmählicher Vermehrung des Keimplasmas zur gegebenen Zeit Geschlechtszellen in Hunderten von Geschlechtsindividuen des Stockes gleichzeitig gebildet werden konnten.«

Stets sondert sich also die Substanz der Fortpflanzungszellen frühzeitig von dem übrigen Körper ab und auf dieser Kontinuität des Lebens, auf der Identität des Protoplasmas der späteren und der vorhergehenden Fortpflanzungszellen beruht die Vererbung. — Ebenso vererben auch die Einzelligen ihre Eigenschaften, weil das Protoplasma der Teilprodukte dasselbe ist wie das der Mutterzelle.

Weismann hat an dieser Stelle vergessen noch hinzuzufügen, auf welche Weise die Variation der Tiere entsteht. Man könnte ja denken, daß, wenn das Protoplasma der Tochterzelle vollkommen identisch mit dem der Mutterzelle ist, eine Variabilität nicht möglich sein kann. Weismann hatte aber bereits an einer früheren Stelle darauf hingewiesen, daß bei einer Teilung die beiden Teilprodukte zwar fast gleich sein werden, aber doch in irgend einer Hinsicht eine geringe Abweichung haben können, daß also bei der Teilung eine Variation entstehen kann.

Nach meiner Ansicht gibt es aber auch noch einen anderen Moment, in welchem Variationen entstehen können, nämlich den der Konjugation. Wenn zwei Zellen, welche infolge (bei Teilung oder bei Konjugation entstandener) Variation etwas verschieden sind, ihr Protoplasma verschmelzen, so bekommt das Produkt der Kopulation entweder die in der Mitte liegenden Eigenschaften, oder es wird gerade durch das Zusammentreffen verschiedener Eigenschaften der Anstoß zur Entstehung einer neuen gegeben. Letztere Ansicht wird namentlich von Brooks[1] vertreten, dem zufolge die Variabilität bei stärkerer Kreuzung vermehrt wird; hier fällt also die Entstehung der Variation in den Moment der Befruchtung.

Bei einer so interessanten Materie, wie die es ist, mit der wir uns hier beschäftigen, welche so sehr zum Nachdenken herausfordert, bei der man aber gerade durch Nachdenken, namentlich durch Verallgemeinern der subjektiven Begriffe des menschlichen Geistes Gefahr läuft, irre geleitet zu werden, ist es nicht erstaunlich, wenn es scheint, als ob die Serie von Broschüren, welche sich mit diesem Gegenstand beschäftigen, gar nicht enden wollte.

Minot veröffentlicht eine Mitteilung[2], in der er sich heftig gegen die Ansichten Weismann's und Goette's wendet. Weismann hat diese Mitteilung ganz kurz abgefertigt, was jedenfalls die Folge davon war, daß Minot in der Verwerfung anderer Ansichten zu scharf vorgeht, er nennt sie »sehr verwirrt und unwissenschaftlich«.

Er wirft Weismann und Goette vor, daß sie nicht zwischen den verschiedenen Arten des Todes, der Individualität und der Fortpflanzung unterschieden hätten. In bezug auf Weismann ist dieser Einwurf ganz

[1] Kosmos 1885, II, 142: Ein neues Gesetz der Variation; und Kosmos 1886, I, 67: The law of heredity.

[2] „Death and Individuality." Science Vol. IV, No. 90, 1884.

unzutreffend, da dieser scharfsinnige Forscher diese verschiedenen Arten sehr wohl erfaßt hat und sich im übrigen weit mehr an Thatsachen als an die Deutelei subjektiver Begriffe hält.

Doch muß man anerkennen, daß Minot einzelne richtige Bemerkungen macht. So sagt er, daß Individualität weiter nichts als ein subjektiver Begriff ist, der in der Natur gar nicht existiert, sondern den der menschliche Geist erst in diese hineingelegt hat. Daher bezeichnet man meist mit dem Worte Individuum ganz verschiedene Dinge und ist es zweifelhaft, was man als Individuum zu betrachten hat, das Ganze oder die einzelnen Tiere der Kolonie.

Seine Ansichten scheinen mir kurz zusammengefaßt etwa folgende zu sein. Die Einzelligen können die Teilungen nicht in infinitum fortsetzen, sondern würden altern und sterben, wenn sie nicht durch Konjugation verjüngt würden. Wir haben hier also einen Cyklus von Zellgenerationen, die einander folgen; der Cyklus beginnt mit einer Konjugation, der dann eine Reihe von Teilungen folgt. Ebenso verhält es sich bei höheren Tieren; denn auch bei diesen folgt der Befruchtung eine Reihe von Teilungen. Die Teilung der Zellen, welche den Körper bilden, also der Zellersatz, verlangsamt sich später, das Individuum altert und stirbt zuletzt. Nur diejenigen Zellen, welche nach einer Reihe von Teilungen zu Fortpflanzungszellen geworden sind, erhalten ihr Leben durch die verjüngende Befruchtung. Diese Ansichten sind nicht sehr verschieden von der Weismann's und man versteht es gar nicht recht, warum sich Minot so heftig gegen Weismann wendet.

Zum Schluß wendet sich Minot zu der Fortpflanzung und hier ist es, wo er ganz neue, eigenartige Behauptungen aufstellt. Er sagt nämlich, daß die Vermehrung die Folge des »Alterns« der Individuen sei. Letzteres, nämlich die Erschöpfung der Zellen, bewirkt zugleich das Aufhören des Wachstums und den Eintritt der Reproduktion. Nach Minot tritt nun auch bei schlechter Ernährung eine Erschöpfung der Zellen ein und eine solche mangelhafte Ernährung hat, wie Minot behauptet, bei Menschen eine frühzeitigere Reife und bei niederen Pflanzen den Eintritt der Reproduktion zur Folge. Er glaubt letzteres durch Thatsachen belegen zu können und die ausführlichere Arbeit, welche er verspricht, wird daher sehr interessant werden.

Ein Urteil über den Wert der Behauptungen Minot's kann man sich aber jetzt schon bilden, wenn man nur die Konsequenzen derselben zieht. Im hohen Alter müßten sich Menschen und Tiere stärker fortpflanzen als früher, was bekanntlich nicht der Fall ist. Und verhungernde Tiere müßten sich am stärksten vermehren, was bekanntlich ebenfalls nicht der Fall ist. Vielmehr ist gerade das Umgekehrte der Behauptung Minot's das Richtige: bei stärkerer Ernährung vermehren sich die Tiere auch stärker, einesteils weil sie sich unter diesen Verhältnissen stärker ernähren können, und ferner weil es eine nützliche Eigenschaft ist, die sie durch natürliche Zuchtwahl erworben haben. Denn unter günstigen Umständen ist es für die Erhaltung und Ausbreitung der Art nützlich, wenn viele Individuen erzeugt werden, da diese leben und gedeihen werden. Wenn aber der Hunger die Reproduktion verstärkte, so würde

bei der zweiten vermehrten Generation der Hunger noch größer und daher auch ihre Vermehrung noch stärker sein, bei den folgenden würde beides noch weiter vermehrt, bis so viel Individuen vorhanden wären, daß sie bei dem unzureichenden Nahrungsvorrat alle verhungern würden. Hätten die Tiere und Pflanzen eine solche unsinnige Eigenschaft, so wären sie längst alle zu Grunde gegangen und es existierten überhaupt keine lebenden Wesen mehr auf der Erde.

Ich habe früher[1] durch eine, wie ich glaube, sehr große Zahl von Thatsachen nachgewiesen, daß Menschen, Tiere und Pflanzen sich unter günstigeren Umständen stärker fortpflanzen als unter ungünstigen. Und diese Zahl von Thatsachen ließe sich leicht noch vermehren. Durch welche Thatsachen Minot also seine Ansicht stützen wird, das kann man mit Spannung erwarten.

Wir können die hier besprochenen für die Biologie so wichtigen Arbeiten nicht verlassen, ohne die von den verschiedenen Forschern zu Tage geförderten Wahrheiten noch einmal kurz zusammenzufassen. Diejenigen, welche sich auf den Tod der Tiere beziehen, würden etwa folgendermaßen lauten:

1. Der natürliche Tod kommt nicht bei den einzelligen Wesen (den Monoplastiden Goette's) und den aus gleichartigen Zellen bestehenden vielzelligen Wesen (den Homoplastiden Goette's) vor. Das Leben derselben ist kontinuierlich, insofern es z. B. bei der Teilung oder bei der Encystierung niemals durch einen Tod, sondern höchstens durch Anabiose unterbrochen wird. Die Encystierung scheint vielmehr eine durch natürliche Zuchtwahl erworbene Eigenschaft zu sein, die den Nutzen gewährt, die Tiere vor den Unbilden der Jahreszeit zu schützen.

2. Der natürliche Tod zeigt sich zuerst bei den niedrigsten aus verschiedenartigen Zellen bestehenden Wesen (Heteroplastiden Goette's), und zwar sind bei ihnen die Fortpflanzungszellen unsterblich, die übrigen den eigentlichen Körper (Soma Weismann's) bildenden Zellen (somatische Zellen) sterben nach Verlauf einer gewissen Zeit. Diese Eigenschaft der letzteren, der natürliche Tod ist eine durch natürliche Zuchtwahl erworbene nützliche Eigenschaft, die den Vorteil gewährt, daß die alten Tiere, deren Körper infolge der schon ausgestandenen Unbilden weniger intakt ist als der der jüngeren und die daher nicht mehr so viele und so vollkommene Junge produzieren können als die jüngeren, letzteren die Nahrung nicht streitig machen und dadurch den Kampf ums Dasein erschweren, sondern sterben und den jüngeren, noch mehr intakten den Platz überlassen. Der Tod ist also keine Ureigenschaft des Protoplasmas, sondern erst durch Anpassung erworben.

3. Es ist möglich, daß die Einzelligen nur eine gewisse Anzahl von Teilungen durchmachen können und dann altern und sterben würden, wenn sie nicht eine Konjugation eingingen und dadurch gleichsam verjüngt würden. Ein solches Absterben kann aber auch als zufälliger Tod betrachtet werden, da der Zelle ja eine Lebensbedingung, nämlich die

[1] Regulierung des Geschlechtsverhältnisses pag. 90—121.

Konjugation entzogen wurde. Ebenso ist das Absterben der Fortpflanzungszellen bei ausbleibender Befruchtung nicht als natürlicher, sondern als zufälliger Tod anzusehen, da erstere unter günstigeren Umständen, bei eingetretener Befruchtung, hätten weiter leben können. Der natürliche Tod liegt überhaupt nicht am Anfang, sondern am Ende des Entwickelungsganges.

4. Die Dauer des Lebens der Monoplastiden und die Dauer des Lebens der Fortpflanzungszellen bei den Heteroplastiden ist insofern eine kontinuierliche, als sie niemals durch Tod und bei ersteren höchstens durch Anabiose unterbrochen werden kann. Beide dürfen unsterblich genannt werden, da sie unter geeigneten Lebensbedingungen ewig weiter leben.

5. Wie der Tod selbst, so beruht auch die längere oder kürzere Dauer des Lebens der verschiedenen Tiere auf Anpassung und zwar an die verschiedenen Lebensverhältnisse derselben. Die Lebensdauer besteht aus der Jugendzeit, Fortpflanzungszeit und der Zeit nach der Fortpflanzung. Je länger diese einzelnen Teile sind, um so länger dauert das Leben. Braucht ein Tier z. B. sehr viel Zeit zu seiner Entwickelung, so lebt es länger als ein verwandtes und unter ähnlichen Verhältnissen lebendes Tier mit rascher Entwickelung. Hat ein Tier eine lange Fortpflanzungszeit, weil es sehr viele Junge produziert oder infolge des Flugvermögens oder eines sonstigen Umstandes immer nur wenige Junge hervorbringen kann, wie der Steinadler, so hat es eine längere Lebensdauer als ein ähnlich lebendes Tier, das aber die Zahl der Jungen rascher hervorzubringen vermag. Bringt ferner ein Tier nach der Fortpflanzung keinen Nutzen mehr oder würde es durch Fortnahme der Nahrung nur schaden, so besitzt es nur eine kurze Lebenszeit nach Beendigung der Fortpflanzung und daher auch eine kürzere Lebensdauer als ein im übrigen ähnliches Tier, das aber noch nach der Fortpflanzung durch Bebrütung der Eier, Pflege der Jungen oder eine sonstige Weise nützt.

6. Von der natürlichen Lebensdauer ist die durchschnittliche oder mittlere Lebensdauer zu unterscheiden. Letztere kann festgestellt werden entweder direkt durch statistische Beobachtung der Sterbefälle oder indirekt aus der Größe der aus den Lebensverhältnissen entspringenden Gefahren, oder endlich ebenfalls indirekt, aber am leichtesten aus der Stärke der Vermehrung.

Aachen. Dr. C. Düsing.

Physik.

Dr. Karl Müllenhoff's Arbeiten über den Flug der Tiere.

Es liegen folgende Arbeiten vor:

Die Größe der Flugflächen. Von Dr. K. M. Sep.-Abdr. aus Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. XXXV (1884). 48 S. 8°.

Die Größe der Flugflächen. Auszug aus einer Abhandlung des Oberlehrers Herrn Dr. K. M. Sep.-Abdr. aus der Zt. des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt. 38 S. 8°.

Die Größe der Flugarbeit. Von Dr. K. M. Sep.-Abdr. a. d. Archiv f. d. ges. Phys. v. Pflüger. 1885. 23 S. 8^0.

Die Ortsbewegungen der Tiere. Von Dr. K. M. Wissenschaftliche Beilage zum Programm des Andreas-Realgymnasiums. Ostern 1885. Berlin. 18 S. 4^0.

Über die Anwendung der Momentphotographie zur Beobachtung des Vogelfluges. Vortrag, geh. a. 30. Mai 1885 im Deutschen Verein zur Förd. d. Luftschiffahrt v. Dr. K. M.

Der Schwerpunkt dieser Arbeiten liegt in der ersten Publikation über die Größe der Flugflächen[1]. Dieselbe enthält als Resultat sehr genauer Messungen, welche von De Lucy, Mouillard, Harting, Lendenfeld, Marey, Legat und Reichel sowie von Müllenhoff selbst ausgeführt worden sind, eine Tabelle, welche 396 Vögel, Flattertiere und Insekten umfaßt und in welcher das Gewicht des ganzen Körpers in Grammen, das Gewicht der Flugmuskulatur vieler derselben in Grammen, die horizontale Projektion der Tiere mit ausgespannten Flügeln (die Größe des Schattens, den die Tiere in der Flugstellung bei lotrechter Beleuchtung werfen), in cm^2, die Projektion der ausgebreiteten Flügel allein ebenfalls in Quadrat-Centimetern, die Klafterweite und endlich die Flügellänge angegeben sind, aus welchen abgemessenen Maßen noch 14 Funktionen derselben berechnet wurden. Die Bearbeitung dieser sehr interessanten und wertvollen Zahlen, wie sie der Verfasser ausgeführt hat, kann jedoch wohl nur als eine provisorische und orientierende angesehen werden, und während der Verfasser an manchen Stellen sehr scharfsinnig vorgeht, scheint er an anderen Stellen sich zu übereilen. Da der Leser dieser Zeilen hier wohl vor allem den konkreten und korrekten Gehalt der Arbeiten über ein so fesselndes Thema sucht, will der Referent denselben nach bester Überzeugung rektifiziert darstellen und stets nachträglich angeben, wo eine Abweichung von Müllenhoff stattgefunden hat und warum des Verfassers Auffassung in den betreffenden Punkten nicht annehmbar scheint.

Wenn man den Flug der Tiere zu verstehen trachtet, dann taucht eine große Reihe von Fragen auf, über die man in der wissenschaftlichen Litteratur vergebens Auskunft sucht. Wie groß ist beispielsweise die Geschwindigkeit, mit der die Flügel mit ihrer unteren Fläche die Luft durchdrücken? Die Frage ist so gemeint: Der Vogel stützt sich im Fluge auf die Flügel, die Flügel drücken infolgedessen mit ihrer unteren Fläche die Luft; die Luft aber weicht den Flügeln aus, gleichwie das Wasser den Rudern ausweicht, und zwar weicht die Luft um so schneller zurück und sinken die Flügel um so schneller nach, je stärker der Druck ist, den die Flügel auf die Luft ausüben. Die Frage ist nun die, wie schnell wohl bei den einzelnen Flugtieren bei normalem geradlinigem horizontalem Fluge die Luft die Flügel nachsinken macht. Aus dem Zusammenhange von M.'s Arbeit muß man schließen, daß er die Geschwindigkeit dieses Nachsinkens oder wenigstens eine äquivalente Größe meint, wenn er die Geschwindigkeit zu bestimmen sucht, »mit der die

[1] Vergl. den vorläufigen Bericht darüber in Kosmos 1884 II, S. 454.

Flügelendpunkte der Flugtiere durch die Luft schlagen«. Man ist versucht, die Auflösung des Problemes für sehr einfach zu halten. Man bestimmt, wie viel cm der Bogen beträgt, den die Flügelspitze (oder wenn man einen anderen Punkt für entsprechender hält, dieser andere Punkt des Flügels) bei jedem Flügelschlag in der Luft beschreibt; sodann zählt man die Anzahl von Flügelschlägen, die der Vogel per Sekunde ausführt, und wenn die Bogenlänge 30 cm, die Zahl der Flügelschläge 10 Schläge per Sekunde beträgt, dann ist scheinbar der »Einsturz« des Flügels 300 cm oder 3 m per Sekunde, und fast ganz so berechnet denn auch der Verfasser den »Schlag der Flügelenden durch die Luft« und findet das überraschende und schöne Resultat, daß bei allen Flugtieren, bei den größten wie bei den kleinsten, die Geschwindigkeit der Flügelenden ungefähr 9,4 m beträgt. Was die kleinen Tiere an der Schwingungsbahn verlieren, ersetzen sie durch die Zahl der Schläge. Leider zeigt indes eine genauere Betrachtung, daß dieses Resultat ganz und gar keinen Schluß auf das Nachsinken der Flügel gestattet, daß diese Geschwindigkeit sogar noch ungleich größer gefunden werden könnte selbst in dem Falle, daß ein Nachsinken überhaupt gar nicht stattfindet und die Luft vor dem Flügelschlag ganz und gar nicht zurückweicht. Denken wir uns nämlich einen Vogel, der von rechts nach links fliegt. Dann wird die Spitze jedes Flügels in einer Zickzack- oder Schlangenlinie,

wie sie in der Figur angedeutet ist, die Luft durchschneiden. Wenn nun die Luft dem Drucke der Flügelflächen gar nicht nachgibt und die Flügelflächen in jedem Momente dieselbe Neigung besitzen wie ihre Bahn in der Luft, dann werden die Flügel während des Fluges fortwährend auf und nieder schlagen, die Hebungen und Senkungen können sehr groß und sehr schnell aufeinander folgend sein, und dennoch findet gar kein Einsinken in der Luft statt. Die von Müllenhoff gefundene Geschwindigkeit von 9,4 m kann also wohl nicht als Maß des Nachgebens der Luft angesehen werden, sondern nur als Maß des infolge der Schwingungen von den Flügelpunkten in jeder Sekunde zurückgelegten Weges [1]. Dieser Weg hat aber wieder mit der Flugarbeit nichts gemein (wie unser obiges Beispiel beweist), da infolge der Unnachgiebigkeit der Luft die Flügel keine Arbeit leisten (oder genauer gesagt, sie leisten während des Aufschlages ebensoviel negative, als während des Niederschlages positive Arbeit), trotzdem daß sie auf- und abschwingen. Das Müllenhoff'sche Gesetz von der Konstanz der Flügelwege findet jedoch von einer ganz unerwarteten Seite ein Echo. Im Vorjahre ist nämlich in vorliegender Zeitschrift (Kosmos) in einem Aufsatze über »Riesen und Zwerge« gezeigt worden, daß bei geometrisch ähnlich gebauten, aber verschieden großen Tieren, wenn vom Widerstand der Luft abgesehen wird und große und kleine Tiere mit ganz derselben Anstrengung ganz dieselbe Bewegung ausführen, bei der ausschließlich

[1] Vielleicht ist dies übrigens auch die Meinung Müllenhoff's selbst.

die Trägheit des betreffenden Körperteiles zu überwinden ist, wie dies etwa beim Schwingen von Flügeln der Fall ist, — daß dann das zehnmal kleinere Tier dieselbe Bewegung in 10mal kürzerer Zeit ausführt als das größere Tier, daß also bei gleicher Muskelanstrengung und gleicher Schwingungsamplitude die Flügelspitze des linear n^1-mal kleineren Vogels in derselben Zeit denselben Weg zurücklegt wie die Flügelspitze des größeren Vogels; das ist aber nichts anderes als das Müllenhoffsche den Thatsachen entnommene Gesetz. Dieser Parallelismus der Thatsache und des Theorems gestattet aber zu vermuten, daß thatsächlich alle Flugtiere mit gleicher Anstrengung ihre Flügel schwingen und daß im Vergleich zu der bei dieser Schwingbewegung verbrauchten Arbeit die eigentliche Flugarbeit nicht sehr groß ist.

Wir wollen nun auf ein anderes Problem übergehen. Es scheint a priori selbstverständlich, daß ein Vogel ein um so besserer Flieger ist, einen je größeren Teil des Gesamtgewichtes die Flugmuskulatur ausmacht. In dieser Richtung gibt die M.'sche Tabelle die überraschendsten Aufschlüsse. Vor allem zeigt sie, daß bei den Vögeln diese Muskelmassen einen ganz unerwartet hohen Prozentsatz (nicht weniger als 20—25%) der Gesamtmasse ausmachen. Einige Zahlen (sie bedeuten Prozente) mögen sprechen:

Taube 35, Rebhuhn 33, Wiedehopf 28, Schnepfe 24, Storch 26, Turmfalke 20, Bussard 20, Grünspecht 28, Krähe 23, Sperling 25, Schopflerche 15, Staar 24, Möven 13—19, Trappe 23. Für Fledermäuse gilt 6—9, für Bienen 13—15.

Ein anderer auffallender Umstand ist der, daß keineswegs die Fluggewandtheit stets mit reicher Flugmuskulatur verbunden ist. Wiedehopf und Lachmöve haben beide das Gewicht von 200 g, letztere ist ein trefflicher Flieger, ersterer gilt als Wiesenflatterer, und dennoch macht die Flugmuskulatur bei ersterer nur 13%, bei letzterem mehr als das doppelte, nämlich 28% aus. Fast alle Falken haben eine schwächere Flugmuskulatur (20—30) als Wiedehopf, Rebhuhn, Specht, Regenpfeifer (29). Nicht einmal sehr nahe Verwandte haben stets ähnliche Proportionen; so hat die Feldlerche 16%, die Ammer hingegen nur die Hälfte (8%).

Eine dritte Frage ist die, wie viel cm^2 Flügelfläche bei den Flugtieren auf jedes Gramm des Körpergewichtes entfallen. Wie der Verfasser konstatiert, war De Lucy der Erste, der diesbezügliche Messungen anstellte. In der Entwickelung dieses Problemes bietet der Verfasser seine schönsten Gedanken, aber auch (wie es scheint) seine bedeutendsten Fehler. Um die relativen (auf die Gewichtseinheit bezogenen) Flügelflächen recht klar zur Darstellung zu bringen, nimmt der Verfasser — und das war ein sehr glücklicher Gedanke, der zu den besten Resultaten führte — ein in cm^2 geteiltes Papier, bezeichnet von der oberen linken Ecke aus die horizontalen Teilungslinien von oben nach unten mit den Zahlen 100, 200, 300, 400 ..., welche Zahlen die Gewichte der Tiere angeben; die vertikalen Teilungslinien hingegen werden von links nach rechts mit den Zahlen 1, 2, 3 .... bezeichnet und geben die relativen Flügelflächen an. Auf diese Weise erhält er ein Koordinatensystem, in

welchem jedes einzelne Flugtier als an rechter Stelle eingetragener Punkt zur Darstellung kommt. So erscheint auf dieser Tabelle der Jako (*Psittacus erythacus*) mit einem Körpergewicht von 300 g und einer spezifischen Flügelfläche von 1,9 cm^2, 3 cm unter dem oberen Rande und 1,9 cm rechts vom linken Rande als Punkt eingetragen. Die Betrachtung des resultierenden Bildes, das wie ein Stück Sternkarte aussieht, zeigt nun einen schroffen Gegensatz zwischen Vögeln und Insekten. Die Vogelpunkte liegen alle längs des linken Randes und keiner entfernt sich von ihm über 6,5 cm, d. h. bei den größten wie bei den kleinsten Vögeln beträgt die relative Flugfläche zwischen 0,5 cm^2 (Trappe) und 6,5 cm^2 (Bienenfresser). Ganz ein anderes Resultat liefern die Insekten; die Insektenpunkte liegen natürlich alle hoch oben, weil die Tiere ja ein sehr geringes Körpergewicht haben; sie liegen aber längs des oberen Randes bis zu 113, d. h. die relative Flugfläche schwankt bei den Insekten zwischen 2 (schwarzer Wasserkäfer) und 113 cm^2 (Kohlweißling). Im allgemeinen kann man sagen, daß sowohl bei den Vögeln als auch bei den Insekten die relative Flugfläche um so kleiner ist, je größer das Tier, und dieses Gesetz ist (laut M.) zuerst von De Lucy ausgesprochen worden und die obigen Zahlen sind von mir nach De Lucy's Methode berechnet, d. h. die Flügelfläche durch das Gesamtgewicht dividiert worden. (Wir werden sehen, daß der Verfasser eine andere Methode befolgt und also andere Werte als die oben mitgeteilten erhalten hat.) Als Beispiel mögen dienen Trappe (8900 g) 0,5 cm^2, Stockente (1000 g) 1,0 cm^2, Krähe (600 g) 1,9 cm^2, Felstaube (209 g) 2,6 cm^2, Schopflerche (34 g) 5,9 cm^2. Dieses Gesetz gilt aber keineswegs allgemein. Gleich schwere Vögel haben oft sehr verschiedene relative Flugflächen, wie Mäusebussard und Krähe, beide wiegen 600 g, und doch hat ersterer 3,6 cm^2, letztere nur 1,9 cm^2 relative Flugfläche. Oft hat sogar der größere Vogel die größere relative Flugfläche, wie beispielsweise der Sperling mit 28 g und 2,7 cm^2 und die Schleiereule mit 400 g und 3,9 cm^2 beweisen; und all das gilt auch für die Insekten. Pettigrew sagt daher (entgegen M.) mit Recht, daß ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen Körpergewicht und relativer Flugfläche nicht besteht, d. h. daß man aus dem Körpergewicht eines Tieres auf seine relative Flugfläche nicht ohne weiteres auf Grund irgend eines algebraischen Ausdruckes einen Schluß ziehen kann.

Ganz anders gestaltet sich die Sache, wenn wir die Flugtiere vorerst nach ihrem Flugvermögen klassifizieren. Der Verfasser unterscheidet sechs Typen: Wachteltypus (z. B. Rebhuhn, Wachtel, Wasserkäfer, Stubenfliege), Fasanentypus, Sperlingtypus, Schwalbentypus, Geiertypus, Möventypus. Die Tiere des ersten Typus können nicht mit regungslosen Flügeln schweben, sondern fallen schwer zur Erde, während die des letzten Typus lange Zeit selbst ohne Flügelschlag zu schweben vermögen. Wenn man nun nur Vögel und Insekten von gleichem Flugvermögen, also beispielsweise nur Flieger ersten Ranges, wie Möven, Libellen etc. vornimmt, dann findet man mit sehr erfreulicher Genauigkeit einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen dem Gewicht und der relativen Flugfläche der Tiere. Es ist dann nämlich, wie der Verfasser behauptet, die relative

Flugfläche φ der Kubikwurzel aus dem Gewichte des Flugtieres P umgekehrt proportional oder

$$\varphi = \frac{c}{\sqrt[3]{P}}$$

Man ersieht hieraus sofort, daß hiernach für sehr kleine Tiere (d. h. für sehr kleine P) eine sehr große relative Flugfläche resultiert. Man kann das Gesetz auch etwas anders aussprechen. Wenn man nämlich für φ seinen Wert $f : P$ einsetzt, wobei f die Flügelfläche bedeutet, so erhält man nach einer Rektifikation der Exponenten die Form $\sqrt[3]{F} : \sqrt[3]{P} = c$, und diese wird vom Verfasser beständig angewendet. Durch einen Gedankengang, den ich hier überspringen will, findet man aber, daß diese Formel nichts anderes sagt, als daß große und kleine Flieger von gleicher Fluggewandtheit geometrisch ähnlich gebaut sind, d. h. daß der Vogel, dessen Körper 10mal kürzer und schmäler ist, auch 10mal kürzere und schmälere Flügel hat.

Möge eine kleine Diskussion dieses vielgestaltigen Gesetzes gestattet sein. Woher mag es kommen, daß kleine Flieger relativ so ungeheure Flügel haben, daß sie beispielsweise beim Kohlweißling ($\varphi = 113$) verhältnismäßig mehr als 200mal so groß sind als beim Trappen ($\varphi = 0{,}5$)? Ich vermute, daß hier vor allem vier Umstände ins Spiel kommen. Erstens ist es klar, daß ein Insektenflügel (und die Insekten sind es ja, die die ungeheuren relativen Flugflächen besitzen), was seine Vollkommenheit als Fluginstrument betrifft, nicht im entferntesten den Vergleich mit dem Vogelflügel aushält. Der Vogelflügel hat nicht weniger als drei große Gelenke zur Verfügung, welche die kompliziertesten Hebungen, Drehungen, Streckungen, Krümmungen, Vergrößerungen und Verkleinerungen der Flugflächen bewerkstelligen und somit die kleinsten Vorteile der Luftströmungen ausnutzen können, während der Insektenflügel ein einziges Gelenk und meistens unveränderliche Flächen besitzt. Die Unvollkommenheit in der Konstruktion des Insektenflügels muß also durch seine Größe paralysiert werden. Ein zweiter Umstand ist der, daß, wie im Aufsatze über »Riesen und Zwerge« nachgewiesen worden ist, ein 10mal kleiner dimensioniertes Tier im allgemeinen für jedes Organ vielmal mehr Material zur Verfügung hat als ein großes Tier, ihnen also einen 10mal größeren Teil seiner Körpermasse widmen kann, ohne andere Organe dadurch zu verkürzen; und daß die Natur diese günstige Gelegenheit nicht versäumen wird, den Kleintieren das Fliegen zu erleichtern, ist wohl vorauszusetzen. Ein dritter Umstand ist folgender. Es läßt sich fragen, wie groß die Flügel eines 10mal kleiner dimensionierten Vogels sein müssen, wenn er mit derselben Körperanstrengung wie ein großer Vogel seine Flügel mit derselben absoluten Geschwindigkeit durch die Luft oszillieren lassen will, wie der große Vogel? Wir haben oben gesehen, daß dann auch die Flügel 10mal kleiner dimensioniert sein müssen; das ist aber nichts anderes als obiges Gesetz über φ. Viertens fällt noch folgendes schwer ins Gewicht. Die Flächen der Ruder macht man groß, damit sie das Wasser nicht durchschneiden oder damit das Wasser ihnen nicht schnell ausweichen könne, denn jedes

Nachgeben des Wassers und Nachsinken des Ruders ist ein Arbeitsverlust, der dem Ruderdrucke und der Strecke des Nachsinkens direkt proportional ist. Ganz dasselbe gilt aber für die Flügel; jedes Nachsinken der Flügel in der nachgebenden Luft ist Arbeitsverlust, der dem Drucke der Fläche und dem Wege des Nachsinkens proportional ist. Nun läßt sich fragen, ob ein hundertmal schwererer Vogel auch hundertmal größere Flügelflächen braucht, auf die er sich stützt, wenn er durch das Nachgeben der Luft per Gramm seines Körpergewichtes nicht mehr Arbeit verlieren soll als ein kleiner Vogel. Der kleine Vogel von 10 g Gewicht soll 40 cm^2 Flügelfläche, also $\varphi = 4$ besitzen. Wenn der große Vogel 1000 g Gewicht und 4000 cm^2 Flügelfläche besitzt, so stützt sich auch jedes Gramm auf 4 cm^2; diese hundertmal größere Flügelfläche besteht aber nicht aus hundert einzelnen Flügelflächen à 40 cm^2, sondern ist in eine einzige resp. zwei große Flügelflächen verschmolzen. Die Luft kann jetzt nicht rechts und links von jeder einzelnen 40 cm^2 großen Flügelfläche ausweichen wie bei den kleinen Vögeln, sondern muß um den langen und breiten Flügel in weitem Bogen abfließen. Es ist also wahrscheinlich, daß die Flügelfläche des hundertmal schwereren Vogels nicht hundertmal größe zu sein braucht als beim kleinen Vogel und dennoch nicht tiefer per Sekunde in die Luft einsinkt als die Flügel der kleinen Tiere, kurz daß die Flügel, die eine n-mal größere Last zu tragen haben, nicht n-mal größer zu sein brauchen, wenn der Arbeitsverlust derselbe sein soll.

Man sieht aus diesen Entwickelungen, daß sehr viele, sehr heterogene und mathematisch sehr schwer faßbare Faktoren hier ins Spiel kommen, welche zwar alle darauf hinzuweisen scheinen, daß bei gleicher auf das Gramm des Körpergewichtes entfallender Flugarbeit die größeren Flieger kleinere relative Flugflächen brauchen; — daß es aber gerade die Kubikwurzel des Gewichtes sein soll, der entsprechend die relativen Flugflächen abnehmen, das läßt sich a priori gar nicht ahnen; das ist reine Erfahrungssache.

Die hiermit beendeten Erklärungen glaubte ich schuldig zu sein, bevor ich es aussprach, daß ich die Berechnungen des Verfassers nicht für ganz gelungen halte. Vor allem nimmt er in direktem und bewußtem Widerspruche mit De Lucy als Basis nicht die Flügelfläche, sondern die Unterfläche, die einem Gramme des Körpergewichtes entspricht, an. Er nimmt also an, daß Brust, Bauch, Hals, ja beim Pfau selbst der Schwanz und beim Hirschkäfer die Geweihe das Körpergewicht tragen helfen. Das ist wohl verfehlt. Drücken denn diese Flächen auf die Luft? haben sie gegen die Luft eine relative verticale Bewegung? strömt Luft an ihnen von unten an? Während des Schwebens ohne Flügelschlag tragen diese Flächen allerdings alle mit; während des Fluges aber stützt sich der Körper lediglich auf die Flügel, wie ja der Verfasser in seiner Berechnung der Flugarbeit an anderer Stelle selber annimmt und wie es De Lucy von Anfang an that. Der Ausgangspunkt scheint also verfehlt. — Eine andere bedenkliche Behauptung ist folgende. Weil beim Wachsen einer Form die Linien nach der ersten, die Flächen nach der zweiten, die Volumina nach der dritten Potenz wachsen, darum soll die relative

Flugfläche nicht durch $f : P$, sondern durch $\sqrt[2]{f} : \sqrt[3]{P}$ ausgedrückt werden. Hier scheint ein Mißverständnis vorzuliegen. Ein Beispiel soll die Sache aufklären helfen. Ein Tier von 4 g Gewicht soll 20 cm^2 Kiemenfläche besitzen. Es erleidet dann wohl keinen Zweifel, daß jedes Gramm Körpersubstanz durch 5 cm^2 Kiemenfläche mit Sauerstoff gespeist wird. Nun soll ein anderes Tier 40 g Gewicht und 200 cm^2 Kiemenfläche, also abermals 5 cm^2 per Gramm besitzen. Sind dann nicht beide Tiere gleich vollkommen mit Sauerstoff gespeist? Haben nicht beide dasselbe spezifische Atmungsvermögen, dieselbe relative Kiemenfläche? Nach Müllenhoff's Gedankengang müßte man aber die relativen Kiemenflächen der Tiere nicht gleich $f : P$, sondern gleich $\sqrt[2]{f} : \sqrt[3]{P}$ setzen. Das führt aber, wenn man die Wurzelgrößen wirklich berechnet, zu der Behauptung, daß unser zweites Tier eine fast um die Hälfte größere relative Kiemenfläche besitzt als unser erstes Tier, was doch offenbar falsch ist. Wenn also für alle Tiere von gleicher Flugvollkommenheit der Bruch $\sqrt[2]{f} : \sqrt[3]{P}$ denselben Wert besitzt, dann ist es, soweit man heute urteilen kann, wohl nur ein Zufall, daß die Exponenten von F und P gerade mit der Anzahl von Dimensionen, die in den betreffenden Größen liegen, zusammenfallen, für logisch halte ich es aber durchaus nicht, a priori auf Grund geometrischer Verhältnisse für die relative Flugfläche den Wert $\sqrt[2]{f} : \sqrt[3]{P}$ aufzustellen.

Ein dritter unangenehmer Umstand liegt darin, daß der Verfasser uns gar nicht wissen läßt, wie er zu der Formel $\sqrt[2]{f} : \sqrt[3]{P} = c$, respektive $\varphi = c : \sqrt[3]{P}$ gelangt ist. Wir erfahren nicht, ob er auch andere Wurzelexponenten als 3, also etwa 3,1 oder 2,9 etc. anzunehmen versucht hat, und ob er mit anderen Exponenten bedeutend schlechtere Resultate gefunden hat. Wenn ich es hier wage, in einer so heiklen mathematischen Frage so nachdrücklich zu verneinen, so geschieht dies in dem Bewußtsein, in der citierten Arbeit über »Riesen und Zwerge« nachgewiesen zu haben, daß ich gerade in diesem Punkte als Rechner Erfahrungen gesammelt habe.

So viel von den Untersuchungen über die Flugflächen. Bei der Besprechung des Flugproblemes taucht auch die Frage auf, ob die Flugtiere vielleicht dadurch zu höherer Arbeitsleistung befähigt sind, daß sich in ihren Muskeln die durch die Arbeit verursachten Stoffverluste rascher ersetzen als bei Nichtfliegern, kurz daß der Stoffwechsel in ihren Muskeln ein rascherer und reichlicherer ist. Der Verfasser weist diesbezüglich darauf hin, daß die Flugtiere fast alle sich von den nahrhaftesten und verdaulichsten Stoffen nähren und Blattfresser bei ihnen fast gar nicht vorkommen. Er könnte füglich noch auf ihre enorme Gefräßigkeit sowie auf die sehr große Wärmeentwickelung in denselben hinweisen.

Eine der wichtigsten Fragen, die den Flug betreffen, ist die, wie groß die Arbeit ist, die ein Flugtier bei normalem Fluge leisten muß, und speziell, ob die Arbeit, die per Gramm des Körpergewichtes geleistet werden muß, bei großen Tieren größer oder kleiner ist als bei kleinen Tieren. Der Verfasser unterscheidet hier mit Recht zwei Arbei-

ten: diejenige, durch die der Körper des Flugtieres in konstanter Höhe erhalten, und diejenige, durch die er horizontal vorwärts bewegt wird; bei ersterer erscheint der Luftwiderstand als fördernder, bei letzterer als hemmender Faktor. Fassen wir zunächst die erstere ins Auge. Wenn der große und der kleine Vogel geometrisch ähnlich gebaut sind, dann zeigt die Rechnung, daß bei ersterem jedem Gramm des Körpergewichtes eine kleinere Flugfläche entspricht, woraus der Verfasser den Schluß zieht, daß er (der größere Vogel), wohl weil die Luft schneller ausweicht, die Flügel schneller bewegen, also mit ihnen größere Wege beschreiben muß, woraus resultiert, daß er per Gramm eine größere Arbeit leisten muß als ein kleiner Vogel, wenn er sich in gleicher Höhe erhalten will. Umgekehrt verhält es sich mit der Arbeit der horizontalen Bewegung. Tausend Vögel zu 10 g können nicht mehr Arbeit leisten als ein Vogel zu 10000 g; erstere bieten aber der widerstehenden Luft zusammengenommen eine 10mal größere Fläche als letzterer, haben also einen viel größeren Widerstand zu überwinden. Im horizontalen Fluge sind also die großen, im vertikalen Aufsteigen die kleinen Vögel im Vorteile. Daraus folgt aber, daß die Vögel mit den Flügeln um so senkrechtere Schläge ausführen werden, je größer sie sind, um die vertikale Kraftkomponente möglichst zu steigern, während kleine Vögel mehr horizontale Schläge ausführen, damit die horizontale Kraftkomponente möglichst groß werde. Zugleich wird darauf aufmerksam gemacht, daß kleine Vögel (Staar) dem Raubvogel sich dadurch entziehen, daß sie ihn überfliegen, denn im Aufsteigen sind sie ihm überlegen; manchen kleinen Vogel vermag der Räuber nicht anders zu erhaschen, als indem er durch Niederstürzen aus der Höhe seine progressive Geschwindigkeit potenziert.

Schließlich sei noch eine kleine Bemerkung gestattet. Der Verfasser thut Unrecht, daß er den Ausländer De Lucy in allen Schriften konsequent so wegwerfend behandelt. Niemand ist sicher, daß er vollkommen Recht habe; und im vorliegenden Falle ist es wohl De Lucy, der mit seiner Formel $f : P$ gegen den Verfasser im Rechte ist.

Oedenburg. K. Fuchs.

Litteratur und Kritik.

Herbert Spencer: Die Prinzipien der Psychologie. (Schluß.) Vgl. Kosmos 1886, II. S. 72.

II. Band.

Auf die vielseitige und umsichtige Behandlung des psycho-physischen Organismus folgt nun eine ausführliche spezielle (VI. Teil des Ganzen) und allgemeine (VII. Teil des Ganzen) Analyse der rein psychologischen Erscheinungen.

Der erste Teil »Spezielle Analyse« enthält eine genaue Untersuchung aller intellektuellen Vorgänge, während dagegen der Verfasser von der Analyse jener Klasse geistiger Funktionen, die wir als »Gefühle« kennen lernten, vollständig absehen muß, da dieselben ihrer ungleichartigen und höchst komplizierten Zusammensetzung halber der Behandlung unüberwindliche Hindernisse darbieten.

Er beginnt mit der Analyse der höchst-zusammengesetzten Erscheinungen auf dem Gebiete des Verstandes, um allmählich zu immer einfacheren hinabzusteigen. Die Schwierigkeiten, die bei einem derartigen Gegenstande aus diesem Verfahren entspringen müssen, werden durch die große Klarheit und Genauigkeit der Darstellung fast ganz beseitigt.

Die höchste Bethätigung des intellektuellen Vermögens ist das »bewußte Schließen«, welches Spencer in »quantitatives« und »qualitatives« Schließen einteilt, ohne dabei die vorhandenen Übergänge zu verwischen. Alles quantitative Schließen beruht auf der Intuition der Gleichheit zweier Größen: dasselbe findet hauptsächlich Anwendung in den mathematischen Wissenschaften.

Das qualitative Schließen, in dessen Bereich auch der »Syllogismus« als entwickelte Form des Analogieschlusses gehört, hat die Aufgabe, »die Koexistenz oder Nicht-Koexistenz gewisser Attribute oder die Gleichzeitigkeit oder Nichtgleichzeitigkeit gewisser Veränderungen zu konstatieren.«

Von der Behandlung des Schließens geht Spencer zur Betrachtung jener geistigen Funktionen über, die wir als »Klassifikation, Benennung und Erkennen« bezeichnen (Kap. IX).

Der Akt des Klassifizierens oder Assoziierens ist aufs innigste mit dem Akte des Schließens verbunden. Es heißt an einer Stelle: »Ähnlichkeit von Beziehungen ist die dem Schließen und der Klassifikation gemeinsame Intuition, und sie geht auf das eine oder andere hinaus, je

nachdem die Beziehungen, an die man denkt, teilweise oder vollständig sind.«

Ebenso sind Klassifikation, Benennen und Erkennen nur verschiedene Seiten einer einzigen Operation, also völlig unzertrennbar.

Der Gegenstand des folgenden Kapitels »die Wahrnehmung« hängt wiederum mit dem Vorhergehenden innigst zusammen. Dinge aus unserer Umgebung können wir nur mit Hilfe der Klassifikation und des Erkennens wahrnehmen, und solche Wahrnehmungen, die wir für direkt halten, sind häufig erst aus indirekten Schlüssen aufgebaut.

Kap. XI behandelt die Wahrnehmung der Körper in bezug auf die subjektiven und objektiven Faktoren ihrer Erzeugung.

Bei Betrachtung der »Wahrnehmung des Raumes« verteidigt Spencer seine Ansicht von der objektiven Existenz des Raumes oder, wie er sich an früherer Stelle ausdrückte, jener »ontologischen Ordnung«, die in uns die Anschauung des Raumes bewirkt, gegenüber dem Standpunkte des transcendentalen Idealismus von Kant und dem von Leibniz. Zum Schluß wird auf die naheliegende Möglichkeit einer Versöhnung von scheinbar so entgegengesetzten Ansichten aufmerksam gemacht. Wie überall ist auch hier die Entwickelungshypothese die Vermittlerin. Die Raumanschauung ist zwar apriorisch für das Individuum, aber aposteriorisch für die ganze Reihe derselben.

In betreff der »Zeit« ist der Verfasser im Gegensatz zu den Transcendentalisten der Ansicht, daß bei einem noch unentwickelten Individuum das Bewußtsein der Folge, dessen Form wir »Zeit« nennen, sich erst allmählich ausbildet. Die abstrahierte Anschauungsform der Zeit entsteht für jeden erst aus der Ansammlung übereinstimmender Erfahrungen, von denen sie schließlich abgelöst betrachtet wird.

Raum und Zeit sind nur erkennbar in Gemeinschaft oder infolge eines anderen Gegenstandes der Wahrnehmung der »Bewegung«.

Spencer stellt, hieran anschließend, die Hypothese auf, daß dagegen ein »primitives« Bewußtsein von Bewegung ohne gleichzeitige Erkenntnis von Raum und Zeit für einen ganz unentwickelten Verstand als existierbar zu denken sei.

Das Bewußtsein von Bewegung, das uns zuerst durch Muskelempfindungen gegenwärtig wird, liefert durch seine Vereinigung mit Tastempfindungen die Grundlage räumlicher und zeitlicher Anschauungen und verschmilzt auf diese Weise vollständig mit letzteren, so daß wir es ohne diese Elemente nicht mehr vorstellen können. Spencer sagt hierüber ungefähr folgendes: »Die Wahrnehmung der Bewegung, wie wir sie erkennen, ist eigentlich die Herstellung einer Beziehung der Gleichzeitigkeit zwischen einer Beziehung von koexistierenden Lagen im Raume und einer Beziehung von aufeinander folgenden Lagen in der Zeit (womit jedoch notwendigerweise auch das Bewußtsein von Etwas, das diese Lagen einnimmt, einhergeht).«

Die Wahrnehmung vom »Widerstande« endlich bildet die grundlegende Erfahrung, mit welcher der Aufbau unseres Bewußtseins beginnt; z. B. der Begriff der Ausdehnung ist nur vermöge der Kombination von Widerständen zu bilden. Wir würden ohne die Wahrnehmung des Wider-

standes gar nicht imstande sein, die Erscheinungen der Außenwelt zu verstehen, denn ihn allein können wir uns sowohl objektiv als subjektiv vorstellen. Spencer sagt: »Wir sind nicht imstande, uns mechanische Kraft an sich unter einer Form vorzustellen, welche abweicht von dem, was unserem Bewußtsein für gewöhnlich als mechanische Kraft gegenwärtig.« »Das Muskelspannungsbewußtsein ist das Rohmaterial für unser primitives Denken.« Nach Maßstab desselben beurteilen wir die Kraftäußerungen der Objekte.

Die »Wahrnehmungen im allgemeinen« variieren in ihrer »Kompliziertheit«, im Grade ihrer »Unmittelbarkeit« und im Grade ihrer »Kontinuität«. Spencer charakterisiert sie noch einmal folgendermaßen: »Wahrnehmung ist ein Unterscheiden der Beziehung oder der Beziehungen zwischen Bewußtseinszuständen, die zum Teil präsentativ und zum Teil repräsentativ sind und die selbst schon bis zu dem Grade erkannt worden sein müssen, welchen das Erkennen ihrer Beziehungen voraussetzt.«

Da die verschiedenartigen Beziehungen also die Elemente der Wahrnehmung bilden, so geht der Verfasser hier an dieser Stelle auf eine nähere Betrachtung derselben ein. Sie werden eingeteilt in: »Beziehungen der Ähnlichkeit und Unähnlichkeit«, »Beziehungen der Kointension und Nicht-Kointension«, »Beziehungen der Koextension und Nicht-Koextension«, »Beziehungen der Koexistenz und Nicht-Koexistenz«, »Beziehungen der Konnatur und Nicht-Konnatur«, »Beziehungen der Gleichheit und Ungleichheit« und die »Beziehung der Folge«.

Diese Beziehungen, zerlegt in ihre einfachsten Bestandteile, sind Veränderungen des Bewußtseins, sie bilden das Rohmaterial desselben, das in fortwährender Organisation begriffen ist. Spencer zeigt in großen Umrissen, wie dieser Entwickelungsgang, diese zunehmende Komplikation von Veränderungen zu denken ist. Überall in dem ganzen Fortschritt herrscht »Einheit der Zusammensetzung«. Er sagt: »Der universelle Vorgang der Verstandesthätigkeit ist die Assimilation von Eindrücken. Und die Unterschiede, welche in den aufsteigenden Stufen des Verstandes hervortreten, sind nur eine Folge der zunehmenden Kompliziertheit der assimilierten Eindrücke.«

Am Schlusse dieses Teiles finden wir wieder einen Hinweis auf den Parallelismus der psychologischen und physiologischen Erscheinungen mit den Worten: »Wir erkennen, daß die höchsten Verallgemeinerungen der Psychologie und der Physiologie nichts anderes sein können als, wie sie auch hier sich darstellen, verschiedene Seiten einer und derselben umfassenden Wahrheit: es sind beides Ausdrucksformen für denselben, allem zu Grunde liegenden Lebensprozeß.«

Der zweite Teil, die »Allgemeine Analyse«, ist einer Betrachtung der menschlichen Erkenntnis gewidmet. Spencer vertritt im Gegensatz zu früheren Psychologen die Ansicht, daß die Untersuchung dieses Gegenstandes erst zulässig ist, nachdem das erkennende Subjekt und, soweit es möglich, auch das zu erkennende Objekt erforscht sind, da er die Beziehungen zwischen diesen beiden behandelt.

Eine Theorie der Erkenntnis muß in der Koordination der objektiven (d. h. konkreten) und der subjektiven (d. h. abstrakten) Wissenschaften bestehen; sie schreitet fort, je nachdem sich diese beiden entwickeln und indem sie sich deren Fortschritte zu nutze macht.

Spencer führt einen längeren Beweis, daß die Theorie der Erkenntnis, wie sie von den Metaphysikern aufgestellt wurde, irrig sei, daß dieselben bei vollständiger Überschätzung der Vernunft die Thatsachen des Bewußtseins vernachlässigt und so, von falschen Prämissen ausgehend, zu falschen Schlüssen gelangt seien.

Darauf sucht er zunächst eine »negative Rechtfertigung des Realismus« zu geben, indem er nachweist, wie alle anderen Hypothesen jeglicher Stütze entbehren. Die »Zeugnisse der Priorität, der Einfachheit und der Bestimmtheit« fallen zu seinen gunsten aus; er zeigt, wie bedeutend umständlicher die Wege der Idealisten und Skeptiker sind, und stellt ihnen unter anderem folgenden Satz entgegen: »Der Verstand kann seine eigene Unzulänglichkeit gar nicht beweisen, weil er eben, indem er dies thun will, seine eigene Zulänglichkeit voraussetzen muß.«

Den unfruchtbaren Kämpfen der verschiedenen Parteien gegenüber gelangt der Verfasser zu der Ansicht, daß es durchaus notwendig sei, einen Prüfstein zu suchen, an dem sich die Gültigkeit der Aussagen unseres Bewußtseins bestätigen läßt. Er findet denselben in dem qualitativen Unterschiede der Urteile, indem er jene eine, den höchsten Grad von Bestimmtheit gewährende Klasse derselben, bei welcher Subjekt und Prädikat stets verbunden auftreten, von den übrigen lostrennt. Diesen Maßstab für die richtige Erkenntnis bezeichnet er als »das universale Postulat«. Die Unvorstellbarkeit der Negation eines Urteils verleiht ihm jene höchste Gültigkeit, von welcher z. B. die Mathematik in all ihren Beweisen ausgeht. Diese Unvorstellbarkeit liegt bereits in der Natur der Menschen begründet, obgleich sie nicht weniger als alles andere eine durch Generationen hindurch angehäufte und allmählich organisch gewordene Erfahrung ist.

Die »relative Gültigkeit« eines zusammengesetzten Urteils läßt sich messen an der mehr oder weniger häufigen Anwendung des Postulates und indem dasselbe möglichst auf seine einfachsten Bestandteile zurückgeführt wird.

Die »Positive Rechtfertigung des Realismus« beginnt Spencer mit folgendem Beweisgange: Da unser Bewußtsein die einzige Quelle ist, von der aus wir auf alle Erscheinungen zu schließen berechtigt sind, dieses Bewußtsein aber so konstruiert ist, daß seine einzelnen Zustände in mehr oder weniger engem Zusammenhange aneinander gekettet sind, so können wir unmöglich plötzlich diejenigen Bewußtseinszustände, die irgendwelche Existenz außerhalb seiner Grenzen symbolisieren, hinausrücken.

In einem ausführlichen und äußerst verständlichen Beweisgange zeigt er, wie sich zuerst, solange wir selbst uns passiv verhalten, die »partielle Differenzierung« des Objektes vom Subjekte vollzieht. Ohne selbst thätig zu sein, unterscheiden wir unmittelbar in unserem

Bewußtsein zwei differente Aggregate. Das eine lebhaftere derselben ist unserer Willkür entrückt, während das andere schwächere einerseits von unserem Willen, anderseits auch vom lebhaften Aggregate abhängig erscheint. Er führt noch verschiedene Differenzierungspunkte an und leitet dann zur »vollendeten Differenzierung des Objektes« über, die wir von dem Augenblick an erkennen, wo wir selbst in Thätigkeit treten. Indem sich Spencer hier auf die schon an früherer Stelle ausführlicher erwähnte »Wahrnehmung des Widerstandes« bezieht, zeigt er, wie wir berechtigt sind, nach Analogie unserer eigenen Muskelanspannungen und des damit verbundenen Kraftaufwandes, eine gleichwertige Erscheinung in den Eindrücken, die uns von außerhalb befindlichen, sei es lebenden oder leblosen Körpern treffen, vorauszusetzen.

Das Kapitel von der »Ausgebildeten Vorstellung vom Objekt« schließt diese Untersuchung ab. Aus demselben folgende Citate: »Demgemäß vereinigen sich alle diese verschiedenen Gruppen von Erfahrungen, um eine Vorstellung von einem jenseits des Bewußtseins liegenden Etwas zu bilden, das vom Bewußtsein absolut unabhängig ist — das eine Kraft besitzt, welche, wenn auch nicht gleich derjenigen in unserem Bewußtsein, doch derselben gleichwertig ist, und das inmitten ewig wechselnder Erscheinungen unverändert beständig bleibt. Und diese Vorstellung, welche Unabhängigkeit, Fortdauer und Kraft in sich vereinigt, ist eben die Vorstellung, die wir von der Materie haben.« »Denn genau in gleicher Weise, wie das Objekt den unbekannten fortdauernden Nexus darstellt, welcher niemals selber ein Phänomen ist, wohl aber als das sich erweist, welches die Phänomene zusammenhält, so ist auch das Subjekt der unbekannte fortdauernde Nexus, welcher selbst niemals ein Bewußtseinszustand ist, wohl aber Bewußtseinszustände zusammenhält.«

Das letzte Kapitel dieses Teiles, betitelt »Verklärter Realismus«, enthält in kurzer Zusammenfassung das philosophische Glaubensbekenntnis des Verfassers. Der verklärte Realismus ist jene Weltanschauung, die dem Objekte eine ganz bestimmte, zu unserer Erkenntnis in festen Beziehungen stehende Existenz zuerkennt, ohne dabei den Umstand zu vergessen, daß wir niemals imstande sein werden, über dieselbe annähernd richtiges auszusagen. Ein höchst geistreicher Vergleich aus dem Gebiete der Perspektive erläutert diese Auffassung.

Von dem hiermit erreichten Gesichtspunkte aus läßt uns der Verfasser noch einmal auf den Gang der Untersuchung und die gewonnenen Resultate zurückblicken (Teil VIII »Übereinstimmungen«) und schließt (Teil IX) mit einigen »Folgerungen«, welche die Begriffe der Soziologie vorbereiten und somit den Übergang zu den weitausgedehnten Anwendungen der Psychologie bilden.

Braunschweig. Dr. Alex. Wernicke.

Die Welt nach menschlicher Auffassung. Von Dr. Hermann Scheffler. Leipzig 1885. Förster. 683 S. 8^0. 13 Mk.

Ein Werk, das den Namen eines so bedeutenden Technikers und Mathematikers an der Stirne trägt und von ihm selbst als kardinales Werk bezeichnet wird, kann man nicht mit Schweigen übergehen, auch wenn man nicht hoffen kann, daß die darin entwickelten Anschauungen, wenigstens in der Form, in der sie vorliegen, in den Kreisen der Interessenten dauernd Fuß fassen werden. Der Mittelpunkt alles Denkens und Dichtens des Verfassers scheint der Situationskalkül, d. h. die Analyse des Raumes nach imaginären Größen zu sein, also der Gegenstand, den er in einer Reihe bedeutender Fachschriften eingehend entwickelt hat; und mit den Augen des mathematischen Analytikers betrachtet er die ganze Welt. Ein gewisses mathematisches Bild scheint dem Verfasser bei jeder Zeile vorgeschwebt zu haben, und der Leser wird wenige Teile des Werkes verstehen können, wenn er nicht in jedem Augenblicke dieses Bild sich vor Augen hält. Dasselbe läßt sich etwa folgendermaßen markieren. Im Raume schwebt ein geometrischer Körper, z. B. eine Kugel; dieselbe hat eine bestimmte Größe; sie liegt in einer bestimmten Entfernung vom Ausgangspunkt, sowie in einer bestimmten Richtung: sie hat drei Dimensionen, und hat eine Form, die durch ein Bildungsgesetz ($x^2 + y^2 + z^2 = r^2$) bestimmt ist. Aus diesem Bilde kann man unmittelbar sieben Begriffe abstrahieren. Wir haben vor uns ein Objekt, nämlich die Kugel; diese gehört einem bestimmten Gebiete, nämlich dem Raume an. Von diesem Objekte, das dem Raumgebiete angehört, können wir fünf Dinge aussagen. Erstens hat die Kugel eine gewisse Größe oder wenn man will: Quantität. Zweitens liegt sie von einem bestimmten Punkte aus betrachtet in einer bestimmten Richtung (und zwar können Richtungen in zwei Hinsichten differieren; zahllose Sterne können genau gen Süden, d. h im Meridian liegen und doch die verschiedensten Abstände vom Zenith haben, und ebenso können zahllose Sterne genau denselben Abstand vom Zenith haben, aber in den verschiedensten Himmelsrichtungen liegen). Drittens liegt die Kugel an einer bestimmten Stelle der Richtungslinie (d. h. in einem bestimmten Abstande vom Ausgangspunkte). Viertens hat das Objekt Dimensität, d. h. es ist entweder eine Linie (eine Dimension), oder es ist eine Fläche, die man aus vielen Linien entstanden denken kann (zwei Dimensionen); oder es ist ein Körper, der aus vielen Flächen entstanden gedacht werden kann (drei Dimensionen); unsere Kugel hat natürlich drei Dimensionen. Fünftens hat die Kugel ein Bildungsgesetz, daß nämlich jeder Punkt der Oberfläche gleich weit vom Zentrum entfernt ist. (Aus dem Bildungsgesetz ergibt sich von selbst die Form.) Wir müssen noch bemerken, daß jeder dieser fünf Faktoren sich unabhängig von den vier andern ändern kann, d. h. daß die Kugel, ohne ihren Ort zu wechseln, größer oder kleiner werden kann; daß an Stelle der Kugel eine Scheibe, also ein zweidimensionales Objekt treten kann etc. Streng genommen können wir von Richtung, Entfernung, Dimensität, nur bei Raumgebilden reden; wenn wir jedoch unsere obigen sieben Begriffe auch in bildlichem Sinne gelten lassen, dann begegnen wir ihnen auf Schritt und Tritt. »Quan-

tität« können wir auch in dem Worte »schön« finden, weil ja etwas anderes schöner oder minder schön sein kann. Von »Richtung« sprechen wir, wenn wir sagen, daß dieser oder jener alte Tiertypus sich in zwei Richtungen fortentwickelt habe. Eine »Stelle« im Entwickelungsgange des Menschen haben wir im Auge, wenn wir sagen, daß der Mensch, von dem wir reden, zehn Jahre alt sei. Der Staat gliedert sich für uns in mehrere »Dimensionen«, indem die Bürger einerseits nach Ständen, anderseits nach Rassen, drittens nach Konfessionen etc. sich teilen. An die gegenseitige Beschränkung und Bestimmung der Variabeln einer Gleichung wird unwillkürlich jeder Mathematiker erinnert, der sieht, wie in einem Tier- oder Pflanzenkörper wohl kein Teil sich ändern kann, ohne daß (theoretisch) alle Teile sofort darauf reagierten. Das Thema, von dem wir eben reden, ist ein sehr dankbares, und a priori würde man es für unglaublich halten, wie viele unserer Anschauungen, Gedankengänge, Auffassungen etc. augenscheinlich den Raumanschauungen entnommen sind. Wir können sogar noch einen Schritt weiter gehen und sagen: Den Begriff der Intensität können wir sowohl aus Lichtempfindungen, als auch aus Schallempfindungen abstrahieren. Es wäre aber falsch, zu sagen, daß wir den Begriff der Intensität ausschließlich dem Auge verdanken, daß »Intensität« also streng genommen nur »Lichtintensität« bedeuten könne und daß das Wort »Intensität« auf Schallempfindungen nur im übertragenen Sinne angewendet werde. Ebenso sind (so können wir sagen) obige sieben Begriffe, nämlich »Gebiet«, »Objekt«, »Größe«, »Richtung«, »Stelle«, »Dimensität« und »Gesetzmäßigkeit« keineswegs der Raumanschauung entnommen, wenn wir sie gleich in den Raumanschauungen mit einer größeren Präzision und Reinheit erkennen als auf irgend einem andern »Gebiete«. — Diese Auffassung hat voraussichtlich noch eine große Zukunft vor sich, denn sie kann in das unermeßliche Reich der Gedanken Ordnung bringen, wie kaum eine zweite Idee, und soweit es sich dem in Rede stehenden Werke entnehmen läßt, war diese Idee für den Verf. der Ausgangspunkt seiner Arbeit (und ihr ist ja das Bild in allen seinen Zügen und Ausdrücken entnommen). Vielleicht wäre es aber besser gewesen, über diese Auffassung nicht hinauszugehen, denn was der Verf. in der Folge mit dieser Idee that, erinnert oft unwillkürlich an das, was Dido mit der Ochsenhaut bewerkstelligte. Nachdem die Idee viel zu klein ist, um das ganze Weltall zu bedecken, wird sie zerschnitten, zerspalten, multipliziert, aus den dünnen Fäden ein ungeheures Netz mit enormen Maschen um die Welt geschlungen und dann erklärt, die Ochsenhaut habe die ganze Welt bedeckt. Sehen wir zu, wie der Verf. ein System aufbaut, das alles Denkbare umfaßt:

Jedes Objekt liegt in einem Gebiete und hat fünf Grundeigenschaften: Quantität, Inhärenz (Stelle), Relation (Richtung), Qualität (Dimensität), Modalität (Bildungsgesetz).

Indem die fünf Grundeigenschaften sich verändern, entstehen die fünf Grundprozesse, Erweiterung, Fortschritt, Bewirkung (die Kausalität sieht der Verf. als ein Analogon der Richtungsänderung oder Drehung an), Steigerung (nämlich der Anzahl der Dimensionen), Variation.

In jedem Grundprozesse liegen fünf Grundprinzipien, nämlich

Primitivität (das, worin der Prozeß besteht, z. B. Fortschritt, Drehung, Dauer etc.), Kontrarietät (positive oder negative Richtung des Prozesses), Neutralität (die Ordinaten können sich unabhängig von den Abscissen ändern), Heterogenität (Punkt, Linie, Fläche, Körper), Alienität.

Jede Grundeigenschaft offenbart sich in fünf Kardinaleigenschaften. Jede Kardinaleigenschaft offenbart sich in fünf Haupteigenschaften. Den Kardinal- und Haupteigenschaften entsprechen Kardinal- und Hauptprozesse. Die Ausführung eines Prozesses an einem Objekte von speziellen Werten heißt Operation. Es gibt also Grund-, Kardinal- und Hauptoperationen.

Zwischen den Objekten desselben Gebietes herrschen die fünf Apobasen: Identität (gänzliche Übereinstimmung), Gleichheit (Übereinstimmung in den Endresultaten), Folgerung (Übereinstimmung durch Vermittelung), Insumtion (Übereinstimmung in der Gattung), Involvenz (Übereinstimmung im Formwesen).

Die speziellen Werte der Eigenschaften, Prozesse, Prinzipien und Apobasen stehen in einem gesetzlichen Zusammenhange durch fünf Arten von Axiomen.

Die fünf Grundfesten eines Gebietes sind demnach: Grundeigenschaften, Grundprozesse, Grundprinzipien, Apobasen, Axiome.

Fünf koordinierte Gebiete bilden ein Reich. Die Objekte des ersten Gebietes bestehen aus eigener Kraft; die des zweiten entstehen und vergehen; die des dritten haben Kraft zu wirken oder Kausalität; die des vierten haben Neigung oder Affinität; die des fünften haben Gestaltungstriebe, die zur Individualisation führen.

Es gibt vier subordinierte Reiche: Das Ätherreich (seine Gebiete entsprechen den fünf Sinnen); das mathematische Reich (Zeit, Raum, Materie, Stoff, Krystall); das logische Reich (Verstand, Gedächtnis, Wille, Gemüt, Temperament); das Reich der idealen Objekte (der Vernunft, der Phantasie, der Freiheit, des Gewissens, der ästhetischen Vermögen).

Alle vier Reiche oder zwanzig Gebiete bilden das Weltreich.

Dieses so streng nach der Fünfzahl aufgebaute System erregt schon durch seine Regelmäßigkeit Bedenken, und diese steigern sich, je weiter wir eindringen. Nehmen wir das Ätherreich; es wird auffallenderweise ganz aus dem Zusammenhang mit Raum und Materie gerissen. Seine Gebiete sollen sein: a. Das Gebiet der Elemente des Bestehens (Gesichtserscheinungen), b. das Gebiet der Elemente des Entstehens (Gehörerscheinungen); c. das Gebiet der Elemente der Wirkung (Gefühlserscheinungen); d. das Gebiet der Elemente der Neigung (Geschmackserscheinungen); e. das Gebiet der Elemente des Triebes (Geruchserscheinungen). Was thäte nun der Verf., wenn sich herausstellte, daß irgend ein Geschöpf noch einen sechsten Sinn zur Wahrnehmung elektrischer Zustände besitze? — Die Inhaltsangabe wollen wir hiermit abbrechen.

Die Darstellung ist im vorliegenden Werke leider eine so schwierige, wie man sie bei Mathematikern wohl sehr selten findet. Es ist kein Scherz, daß der Ref. das Werk erst dann zu verstehen vermochte, als er dasselbe von hinten nach vorne las. Der Verf. entwickelt ein-

gangs seine Ideen so abstrakt und allgemein, daß es oft ganz unmöglich ist, zu erraten, woran er hierbei denkt. Wie soll ich aber beurteilen können, ob a wirklich um so größer ist, je kleiner b ist, wenn ich nicht weiß, daß a den cosinus und b den Winkel unter 90^0 bedeutet? Man ist dadurch gezwungen, erst in den hintern Teilen den Gesichtskreis des Verf. kennen zu lernen, um einsehen zu lernen, wie ureinfach, wie unbedeutend oft der Sinn ist, der sich in einem ganzen Absatz voll abstrakter, das Vorstellungsvermögen des Lesers geradezu erschöpfender Ausdrücke verhüllt. — Einen zweiten Übelstand soll ein Bild einleiten. Wenn der bedeutendste Geometer unserer Zeit auf dem Gipfel des Schneebergs stünde, könnte er wohl sagen, daß er einen weiteren Gesichtskreis habe als alle Bewohner der zu seinen Füßen liegenden Landschaften. Wenn er aber auch mit den vollkommensten geodätischen Instrumenten ausgerüstet von seinem Standpunkt auf dem Bergesgipfel aus es unternehmen wollte, eine Flurkarte des sechs Meilen weit liegenden Hügellandes von Oedenburg aufzunehmen, dann würde das Elaborat wahrscheinlich derart geraten, daß der unbedeutendste einheimische Weinbauer besseres bieten könnte. Daß der Verf. aber Flurkarten auf Distanz aufnimmt, möge folgende Stelle über den Darwinismus bezeugen (S. 585): Von einem Übergange einer Grundart in eine andere oder von der Erzeugung von Grundarten durch Züchtung kann nach Nr. 22 nimmermehr die Rede sein. Der Darwinismus, welcher diese Metamorphose predigt und damit die Gesetzmäßigkeit der Natur aufhebt, indem er in arger Selbsttäuschung die thatsächliche Variation der variablen Größen des Naturgesetzes eines Wesens für Variation der unvariablen Konstanten nimmt und die Ähnlichkeit in äußeren geometrischen Formen für gleichbedeutend mit der Ähnlichkeit in höherem Vermögen hält, ist durchaus nichts anderes, als zoologische Alchymie. Seine Lehre entbehrt ganz und gar der wissenschaftlichen Strenge, da er von den Thatsachen, welche er lehrt, z. B. von der Verwandlung eines Fisches in einen Vogel oder von der des Affen in den Menschen keine durch Thatsachen, sondern nur durch Behauptungen, und zwar in einer Weise beweist, welche ebenso leicht das entgegengesetzte Resultat ergeben könnte.« — Das bedenklichste Symptom ist wohl die vollendete Regelmäßigkeit des Systems; unwillkürlich denkt man auf Grund der Erfahrungen, die man an so vielen, mit derselben äußeren Vollendung auftretenden Systemen gemacht hat: »Wehe dem System, das keine Löcher hat, denn es ist sehr löcherig.«

Oedenburg. K. Fuchs.

Das Gesamtergebnis der Naturforschung denkend erfaßt von Dr. Fr. Michelis. Fr. Wagner'sche Universitätsbuchhandlung. Freiburg i. B. 1885. VIII und 422 S. 8.

Ref. hat mit Erstaunen das Vorwort gelesen und mit einer Art gelinden Entsetzens den eigentlichen Inhalt durchblättert. Eine solch verwirrte, auf 430 Seiten gleichmäßig schülerhaft sich verbreitende Darstellung naturwissenschaftlicher Gegenstände ist ihm noch nie zu Gesicht

gekommen. Dabei besitzt aber der Herr Verf. eine solch aggressive Haltung — man lese nur seine unqualifizierbaren Ausfälle auf Darwin und Nägeli S. IV und VII — und ist von einem solchen Unfehlbarkeitsbewußtsein durchdrungen, daß der Eindruck des Komischen erzeugt wird. Auch der Jesuit Tilmann Pesch wird stark mitgenommen. Am Schlusse des Vorworts heißt es: »Wenn nun auch Pesch jenes Ignorieren, welches man meinen wissenschaftlichen Bemühungen bisher entgegengesetzt hat, in einer besonders auffallenden Weise ausübte — er kommt oft genug auf Natur und Offenbarung zurück, vermeidet aber sorgfältig jede Erwähnung meiner —« (Was hat das Schreiben über Natur und Offenbarung mit der Person des Dr. Michelis zu thun? Solche Nebeneinanderstellungen nicht zu vereinbarender Gedanken sind typisch für das ganze Buch. R.), »so hoffe ich doch zu Gott, zu dessen Ehre allein ich gearbeitet zu haben mir bewußt bin, daß dasselbe diesesmal nicht gelingen wird.« Ref. ist der festen Überzeugung, daß die wissenschaftliche Welt diesmal insofern auf Seite des Jesuiten stehen wird, als sie das vorliegende Werk des Herrn Dr. Michelis ebenso gründlich ignorieren wird wie seine früheren. Was den Verf. anbelangt, so wird dieser durch das Bewußtsein, allein für die Ehre Gottes gearbeitet zu haben, sich für ausreichend belohnt halten müssen.

München. Albrecht Rau.

Dr. Aurel Krause: Die Tlinkit-Indianer. Ergebnisse einer Reise nach der Nordwestküste von Amerika und der Beringstraße, ausgeführt im Auftrage der Bremer Geographischen Gesellschaft in den Jahren 1880—81 durch die Doktoren Arthur und Aurel Krause. Mit 1 Karte, 4 Tafeln und 32 Illustrationen. Jena, Hermann Costenoble. 1885. 8^0. 420 S.

Von dem Bewußtsein erfüllt, daß gelegentliche völkerkundliche Beobachtungen der wissenschaftlichen Reisenden so wenig wie bloßes Zusammenbringen ethnographischer Gegenstände die Völkerkunde genügend fördern, daß vielmehr die ethnographische Forschung durch längeres hingebendes Verweilen bei ein- und demselben Stamme, welcher zu einem wirklichen näheren Verkehr mit demselben führt, erst überhaupt ermöglicht wird, haben sich die Gebrüder Krause unter die Tlinkit-Indianer begeben und die Ergebnisse ihrer Beobachtungen allmählich durch Vorträge und einzelne Aufsätze weiteren Kreisen mitgeteilt. Nach umfassender Durcharbeitung der gesamten immerhin beträchtlichen Litteratur über dieses Volk sowie über die ihnen nächstverwandten Indianerstämme, deren Eigenart durch die engere Berührung mit den Europäern rasch zu verschwinden droht, gibt nun in dem vorliegenden ausführlicheren Werke der eine der beiden Beobachter ein abgerundetes ethnographisches Gemälde der Tlinkit. Diese überaus reichhaltige und wertvolle Arbeit gliedert sich in 14 Kapitel. Die Reise selbst spielt nur die Rolle einer kurzen Einleitung. Eingehend ist die nun folgende historische Übersicht (Periode der Entdeckungsfahrten 1588—1794, der russischen und amerikanischen

Herrschaft): in knapper und geographisch wertvoller Darstellung wird die Heimat der Tlinkit geschildert; 9 Kapitel sind sodann dem Volke selbst gewidmet, denen sich noch einige Schlußabschnitte über die Nachbarvölker, die Missionen und Zivilisationsbestrebungen und sprachliche Beiträge anschließen.

Somit ist der eigentliche Hauptteil der Arbeit in den Kapiteln 3—12 niedergelegt. Selten wird man ein so klares und vielseitiges Bild von einem interessanten, jetzt in raschem Niedergang befindlichen Volke gewinnen können, wie es in dieser Monographie geboten wird: von den körperlichen Eigenschaften, von dem häuslichen Leben, der Schilderung von Haus- und Dorfbau, geht die Darstellung über auf Fischfang, Jagd und Handel, auf Künste und Gewerbe, Gebräuche im Frieden und Krieg wie bei besonderen Gelegenheiten, und behandelt ausführlich die Sagen und das Glaubensleben (Schamanismus) der Tlinkit. Die wichtigsten Geräte für das Haus, für Jagd, Fischfang und Krieg sind auf 3 Tafeln in instruktiver Auswahl zusammengestellt, auf einer anderen Tafel ist die eigentümliche Bereitung des Fischöles veranschaulicht.

Bei der Lektüre des vorangestellten Reiseberichtes könnte es vielleicht scheinen, daß ein Widerspruch bestände zwischen den oben angedeuteten Prinzipien des Vorwortes und der thatsächlichen Ausführung; man könnte einwenden, daß die Zeit, welche für die beabsichtigten Forschungen zur Verfügung gestanden habe, doch nicht ausreichend gewesen sei, um in alle Verhältnisse der Tlinkit einen genügenden Einblick zu erhalten. Dies Bedenken wird jedoch gehoben durch die sehr günstigen Umstände, unter denen die Gebrüder Krause arbeiteten: Sie waren eingeladen worden, sich in der Handelsstation Tschilkut mitten unter den Tschilkats, einem Hauptstamme der Tlinkit, niederzulassen, und trafen hier in der indianischen Frau des Händlers, bei dem sie wohnten, eine für ihren Zweck höchst geeignete Persönlichkeit, da dieselbe einerseits in einer englischen Missionsschule erzogen war, dann aber lange genug unter den Tlinkits gelebt hatte, um die Tlinkitsprache geläufig zu sprechen, auch die diesen verwandten Haidastämme sehr gut kannte, um so den Reisenden in vieler Hinsicht als Dolmetscherin und Lehrmeisterin zu dienen; sie erwies sich in ihren Angaben als höchst zuverlässig, war mit den Sitten, Gebräuchen und Sagen ganz vertraut und machte auch über die Einteilung der Indianer in Stämme und Geschlechter Mitteilungen, die sich in der Folge fast durchweg bewährten; sie erteilte damals den Unterricht in der Missionsschule, war aber soweit Indianerin geblieben, um an dem Thun und Treiben ihrer indianischen Umgebung lebhaften Anteil zu nehmen. Störend für die Ausdehnung der Beobachtungen erwies sich nur die Strenge und lange Dauer des Winters, welche den Verkehr zwischen den einzelnen Orten sehr erschwerte. Von der Außenwelt waren die Brüder $3^1/_2$ Monate hindurch ganz abgeschlossen. Arthur Krause verblieb noch den ganzen Sommer in jenen Regionen und konnte so die im Winter gesammelten Erfahrungen erweitern und berichtigen, während der Verfasser des vorliegenden Werkes selbst nach einer Rundreise bei verschiedenen der Küstenvölker schon im Juli 1881 nach Europa zurückkehrte.

Es möge genügen, auf die Familienverhältnisse und die religiösen Bräuche etwas näher einzugehen.

a) Familienverfassung. Das nur etwa 8000—10000 Seelen umfassende, auf ein sehr ausgedehntes Küstengebiet verstreute Volk der Tlinkit ist in Stämme und Geschlechter eingeteilt; letztere sind jedoch unabhängig von der räumlichen Verteilung der Stämme durch den Brauch der wechselseitigen Ehen und das Gesetz der mütterlichen Erbfolge. Die Bedeutung der Geschlechter richtet sich nach dem Reichtum derselben; innerhalb eines Geschlechts sind einzelne Familien besonders angesehen; es besteht kein Geburtsadel, eher eine Art von erblichem Vermögensadel, indes ohne besondere Vorrechte zu besitzen. Jedes Familienhaupt hat vollständige Freiheit des Handelns, natürlich unter Wahrung von Sitte und Herkommen und der Rechte anderer, nur bei gemeinsamen Unternehmungen und Beratungen hat sich dasselbe den Anordnungen der Häuptlinge zu fügen, deren Macht im ganzen eine sehr beschränkte ist. Die Stellung der Frau ist keine ungünstige; ihre Rechte sind bestimmt, ihr Einfluß ist bedeutend, oft wird ein Handel von ihrer Zustimmung abhängig gemacht, bisweilen scheinen sogar die Frauen die eigentlichen Leiter zu sein. Der verheiratete Tlinkit hat das Recht, entweder immer bei seinem Schwiegervater zu bleiben oder in seine Heimat zu ziehen. Als Mitgift erhält er von seinem Schwiegervater oder von den Verwandten der Frau Geschenke, die an Wert den von ihm als Bräutigam dargebrachten gleichkommen oder diese noch übertreffen. Niemals werden die Ehen zwischen Angehörigen desselben Geschlechtes oder Stammes geschlossen; der zum Rabenstamm gehörige Tlinkit z. B. muß sich eine Frau aus dem Wolfsstamme suchen und umgekehrt. Reiche Tlinkit können mehrere Frauen haben, so viele sie ernähren können, aber die erste hat immer den Vorrang vor den übrigen. Nach dem Tode eines Mannes ist sein Bruder oder der Sohn seiner Schwester verpflichtet, die Witwe zu heiraten; nur wenn beide fehlen, kann dieselbe irgend einen anderen Mann aus dem Geschlecht des verstorbenen Gemahls erwählen. Ehescheidungen kommen nur selten vor; erfolgte die Trennung aus gegenseitiger Abneigung und nach beiderseitigem Wunsche, so werden Geschenke und Mitgift nicht zurückgegeben. Schickt aber der Mann die Frau nach Hause, weil sie ihm nicht gefällt, so muß er auch die Mitgift zurückgeben, ohne daß er jedoch die dem Schwiegervater gemachten Geschenke seinerseits zurückerhält. Entläßt er die Frau aber wegen Ehebruchs, so behält er die Aussteuer und kann auch seine Geschenke zurückfordern. Die Kinder bleiben in jedem Falle bei der Mutter. Es gilt das Neffenerbrecht: Die Hinterlassenschaft eines verstorbenen Tlinkit geht auf den Sohn der Schwester über oder, wenn ein solcher nicht vorhanden ist, auf den jüngeren Bruder. Da die Kinder stets der Mutter folgen, der Neffe also stets zu demselben Geschlecht wie der Oheim mütterlicherseits gehört, so bleibt auf diese Weise das Familienvermögen dem Stamme erhalten. Der präsumtive Erbe ist auch bereits im Knabenalter dem Oheim zu unentgeltlichen Dienstleistungen verpflichtet, wofür ihm die Aussicht auf die dereinstige Erbschaft Entschädigung bietet. Die heranwachsenden Knaben beugen sich daher vor der Autorität des Oheims mütterlicherseits als dem eigentlichen Familienoberhaupte, zu welchem sie fast in einem näheren Verhältnis stehen wie zum eigenen Vater. Aus diesem Erbrecht leitet sich auch die Verpflichtung des Neffen ab, nach dem Tode des Oheims dessen Witwe zu heiraten, selbst wenn er schon eine Frau besitzt. Ist kein Schwestersohn oder in zweiter Linie kein jüngerer Bruder des Verstorbenen da, so hinterbleibt das Vermögen den Verwandten, der Witwe läßt man ihre Aussteuer. Auch die Häuptlingswürde, welche hauptsächlich an Reichtum (d. h. eine möglichst große Anzahl von Sklaven) geknüpft zu sein pflegt, geht mit dem Vermögen vom Onkel auf den Neffen über gemäß der gültigen Erbfolge, doch kommt es bisweilen vor, daß an Stelle des Erben ein anderer als Häuptling anerkannt wird. (In den meisten Dörfern sind mehrere Häuptlinge, von denen jedoch einer immer als der höchste gilt.)

b) Religiöse Bräuche, Seelenkultus u. s. w. Der Glaube an ein Leben nach dem Tode ist unter den Tlinkit allgemein verbreitet. Einst kehrte ein Tlinkit, der bereits den Weg in das Geisterreich zurückgelegt hatte, zum Leben zurück und teilte die gemachten Erfahrungen seinen Landsleuten mit. Hinter seinem Hause fand er einen breiten und schönen Weg, der auf die andere Seite der Berge führte, woselbst sich die Geister der Verstorbenen aufhalten. Zuvor traf er an einem breiten Fluß eine Menge Seelen an, welche von keiner befreundeten Seele

hinübergeholt waren. Sie müßten Hunger und Durst leiden, das Flußwasser sei bitter wie Galle. Auch die Seelen auf der anderen Seite erhielten nur so viel Speise und Trank, als ihnen von ihren irdischen Freunden gespendet würde. Kein Tlinkit unterläßt es daher, unter Anrufung der Verstorbenen bei der Mahlzeit etwas von der Speise ins Feuer zu werfen. Ist die Totenfeier in hergebrachter Weise angestellt, so findet die Seele mühelos den Weg in das Schattenreich, sonst muß sie herumirren; die Seelen der Verbrannten haben es warm und hell, die anderen kalt und dunkel, da sie niemals ans Feuer gelangen können. Nur diejenigen Seelen sind frei von Arbeit, denen bei der Todesfeier Sklaven geopfert wurden.

Die Freiheit des Handelns wird durch zahllose abergläubige Vorstellungen sehr eingeschränkt. Die Religion der Tlinkit geht im Schamanismus auf, also in dem Glauben an Geister, die in das Leben des Menschen eingreifen, deren Macht aber durch einzelne Wissende, die Schamanen, gebrochen werden kann. Früher war der Glaube an die wunderbare Macht und an die Worte des Schamanen, der jetzt einigermaßen wankend geworden ist, allgemein. Die Vorbereitungen zur Schamanenwürde, die großen Schamanenfeste teilt Verfasser nach den älteren Beobachtungen besonders von Erman und Weniaminow mit. Nach dem letzteren zerfallen die Geister, mit denen der Schamane in Verbindung tritt, in drei Klassen: 1) Die „Kijek“ oder oberen Geister, die Seelen der im Kampfe erschlagenen Personen, welche dem Schamanen stets als Krieger erscheinen; 2) die „Aakijek“ oder Landgeister, die Seelen der eines natürlichen Todes verstorbenen Tlinkit (sie erscheinen in Gestalt von Landtieren); 3) die „Aekijek“ oder Wassergeister (erscheinen in Gestalt von Wassertieren und sind die Geister der Tiere). — An das von früheren Beobachtern gesammelte Material schließen sich eigene Aufzeichnungen des Verfassers über Schamanismus an (Einführung eines neuen „Ichta“ d. h. Schamanen, eine Krankenbeschwörung, Fälle von Hexenbestrafung). Früher schon waren die Bräuche beim Tod eines Schamanen (S. 228) mitgeteilt, welche von denen einer gewöhnlichen Leichenverbrennung sehr abweichen.

Die Mythen der Tlinkit drehen sich fast ausschließlich um die Erlebnisse und Thaten Jelchs des Raben; die Jelchsagen sind die einzigen Dogmen und die Richtschnur des Lebens. Die Tlinkit haben den Grundsatz: so wie Jelch handelte und lebte, so müssen auch wir leben. Auch hier ergänzt der Verfasser die älteren Berichte von Lütke und dem russischen Missionar Weniaminow zum größten Teil nach den Erzählungen eines alten erblindeten Indianers, der im Winter nach der Station Tschilkut kam und dort abends einen sehr aufmerksamen Hörerkreis unter den Indianern fand (S. 254—266). Weniaminow sieht in Jelch (und Kanuk) die beiden Stammväter des Tlinkitvolkes, denen später göttliche Verehrung zuteil wurde. Jelch gilt nach ihm als der Schöpfer der Welt, der da war, ehe er geboren wurde, nie altert und niemals stirbt. Er liebt die Menschen, sendet ihnen aber bisweilen Krankheiten und Unglück.

So haben die beiden ethnographisch vortrefflich geschulten Beobachter in der That sehr vieles von dem hier Geschilderten aus eigener Anschauung kennen gelernt. Nichts Eigenes enthält Kapitel 12 (die Nachbarvölker), dagegen bringen die beiden letzten Kapitel (Missionen und Sprachliches) wiederum wichtige Beiträge. Das Lesen der Namen ist sehr erleichtert durch Wiedergabe in einfachen, deutschen Buchstaben ohne Hilfe eines besonderen phonetischen Alphabetes, ein Verfahren, welches sich für alle nicht speziell philologischen Arbeiten wohl am meisten empfehlen dürfte.

Jena. Fr. Regel.

J. Kubary: Ethnographische Beiträge zur Kenntnis der karolinischen Inselgruppe und Nachbarschaft. Heft I. Die sozialen Einrichtungen der Pelauer. Berlin. Asher & Co. 1885.

Wir begrüßen in der Arbeit von Kubary eine seltene Erscheinung auf dem Gebiete deutscher anthropologischer Forschung. Sind wir doch mit unserer Zurückhaltung vor systematischer Bearbeitung der Anfänge der menschlichen Gesellschaft und Familie so weit gekommen, daß die bezüglichen Fragen nahezu zur Spezialdomäne von Dilettanten geworden sind. Allerdings besitzen wir in der Arbeit von Kubary nur das Bruchstück einer größeren Studie, aber die Fülle der Angaben und der offene Blick des Verfassers machen dieses Bruchstück von nur 118 Seiten zu einem für unsere Wissenschaft außerordentlich wertvollen Beitrag.

Die Schrift wird durch eine längere und gedankenreiche Einleitung von Bastian über die ethnologischen Verhältnisse Mikronesiens und die angedeuteten Grundfragen der Anthropologie (13—33) eröffnet. Daraufhin schildert der Verfasser das Familienleben der Pelauer (die Eingebornen nennen ihre Inseln Pélau, nicht Pálau) und namentlich das Verhältnis der Geschlechter. Der Betrachtung des Familienlebens schließt sich eine Abhandlung über die Gemeinden in ihren inneren Verhältnissen an, und dieser folgt eine eingehende Erörterung des Verhältnisses der Gemeinden zu einander sowie zu den Europäern in Friedens- und Kriegszeit. Zum Schluß der Arbeit finden wir einen Ausblick in die eventuelle Zukunft der Pelauer.

Wir verzichten vor der Hand auf eine genauere Darstellung der Angaben des Verfassers über die sozialen Verhältnisse der Pelauer, zumal da wir in mancher Beziehung die Auffassung und Deutung desselben nicht teilen können; die Arbeit ist, wie erwähnt, ein Bruchstück, dem durch einen Zufall sogar die erläuternden Tabellen fehlen und das seine Ergänzung erst in der vom Verfasser in Aussicht gestellten Besprechung der religiösen Einrichtungen der Pelauer finden wird. Wir begnügen uns damit, daß wir unserer Schrift einige interessante und zu weiteren Schlüssen wohl verwertbare Angaben entnehmen:

S. 64 Anm. schreibt Kubary: »ich möchte sagen, daß die Sinnlichkeit der Südseevölker bei uns überschätzt ist und daß, so weit es mir bekannt und wenigstens für die Karolinen, ganz gewiß die Berichte von öffentlichen Orgien und Blutschande gänzlich unbegründet sind«. Wir verweisen mit Genugthuung auf die Bestätigung der von uns erst neuerdings wiederum hervorgehobenen Anschauung, daß unser Urteil über die Sittlichkeit der Wilden vielfach getrübt erscheint durch unsere Unkenntnis der primitiven Formen der geschlechtlichen Verhältnisse und durch das konventionelle Urteil des Europäers, das sich namentlich durch die Derbheit, die Ungeschminktheit der geschlechtlichen Beziehungen bei den Wilden beeinflussen läßt[1]. Wir bemerken dabei noch, daß es sich im gegebenen Falle um eines der krassesten und beliebtesten Beispiele han-

[1] Petri: „Unser Verhältnis zu den Völkern niederer Kultur.“ Globus Bd. 49, 1886, No. 19, S. 301.

delt, sowie daß der Verfasser nichts weniger als zur Verherrlichung der Pelauer angelegt ist. S. 60 wird mit richtigem Takt darauf verwiesen, daß »Vielweiberei eine Sitte ist, mehr durch die soziale Stellung des Mannes bedingt, denn durch Rücksichten der Sinnlichkeit«. Es ist das ein Satz, der allerorts zu berücksichtigen ist, wo polygamische Verhältnisse studiert werden. Daß das geschlechtliche Leben der Pelauer zahlreiche unsympathische Erscheinungen aufzuweisen hat und daß unter der Bevölkerung faktische Sittenlosigkeit besteht, wird damit keineswegs in Abrede gestellt (S. 50 f. 148 u. s. w.). Von Nachteil für die Sittlichkeit ist das Institut der »Armengol«, der Aufenthalt von Mädchen in den Männerwohnungen (S. 52 f. 91 ff.), wenngleich auch hier das konventionelle Urteil des Europäers dunklere Schatten sieht, als sie in Wirklichkeit vorhanden sind.

Von hohem Werte sind die Angaben Kubary's über die Bedeutung der Frau für die Pelauer-Familie. »Mit dem Aussterben der Frauen«, lesen wir S. 38, »können die übriggebliebenen Männer des Stammes keine legitimen Stammesangehörigen erzeugen und der Stamm muß aus der Gesellschaft verschwinden. Die Frauen sind Mütter des Landes und Mütter des Stammes und diese Stellung wird anerkannt nicht nur durch eine vollständige Gleichstellung mit den Männern in jeder Hinsicht, sondern auch in den religiösen Anschauungen, indem in der Familie nur die »Kalids« (Gottheiten) der Frauen sich geltend machen und in jedem Dorfe neben dem männlichen Landesgotte auch eine weibliche Gottheit besteht, welch letztere oft nur den Namen Amhalél, die Gebärende trägt«. Die Frauen besitzen den entschiedensten Einfluß auf die privaten und öffentlichen Angelegenheiten (S. 39, S. 82 u. a. m.). Währenddem das Volk den Häuptlingen eine der Würde derselben entsprechende Achtung zu erweisen hat, sind die Frauen nicht dazu verpflichtet (S. 79). Die Frauen haben eigene weibliche Häuptlinge (S. 81), welche das Richteramt über ihre Untergebenen viel strenger handhaben als die Männer (S. 82). »Mehr impulsiv und unabhängig bezeugen sie sich keine äußeren Beweise von Ehrfurcht« (S. 83). Hingegen wird die Frau von seiten der Männer so sehr geehrt und insbesondere die Ehefrau, daß von ihr nichts unvorsichtig gesprochen werden darf. »Eine Frage nach dem Befinden einer Frau würde für eine Beleidigung gelten und die Sitte erlaubt dem Ehemanne, einen anderen zu schlagen, wenn er ihren Namen nennt.« Wer eine Frau nackt, z. B. im Bade überrascht, hat Buße zu zahlen u. s. w. (S. 90).

Eine interessante Parallele zu der von Bastian und anderen mit Recht gerügten künstlichen Übertragung unserer sozialen Begriffe auf die Zustände der Wilden finden wir in dem Hinweis des Verfassers darauf, daß »das Auffassen der Häuptlinge als Fürsten oder Könige nur einen rein subjektiven Sinn haben kann« (S. 72).

Die Zahl der Pelauer wird von Kubary auf ca. 4000 Seelen, vor zehn Jahren 5000, angegeben (in diesen wie in zahlreichen anderen Beziehungen befindet sich der Verfasser im entschiedensten Widerspruch mit Semper). Nachdem er die Ursachen des Hinschwindens der Pelauer analysiert und dabei für 1882—1883 eine Sterblichkeit von 14% gegen-

über einem Zuwachs von 1,7 % konstatiert hat (S. 145 ff), kommt er zu dem Schluß, daß »die wahre Ursache des Aussterbens weniger die Sterblichkeit selbst als vielmehr die Unfruchtbarkeit der Frauen ist und die abnormen Verhältnisse der Ehe, die nur in geringer Anzahl von Fällen eine Nachkommenschaft zu stande bringt« (S. 148). »Die Pelauer haben sich« nach der Auffassung Kubary's »physisch ausgelebt« (S. 150). Unserer Anschauung nach hat Semper die Ursachen des Hinschwindens der Pelauer tiefer aufgefaßt, indem er den großartigen Umschwung in betracht zu ziehen gesucht hat, welcher im Leben der Pelauer durch die Berührung mit der Kultur der Europäer eingetreten ist[1].

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß für die nächsten Lieferungen der Kubary'schen Arbeit ein Index der in Anwendung kommenden Pelauerworte sehr wünschenswert wäre; die große Menge der fremden Bezeichnungen, für deren Anführung jeder Anthropologe dem Verfasser nur Dank schuldig sein wird, erschwert die Lektüre für den ungeübten Leser in hohem Grade. Prof. Petri.

Bibliographie.

Die Geschichte der Familie. Von **Julius Lippert.** Stuttgart, Ferd. Enke. 1884. 260 S. gr. 8°.

Zweck des Buches ist, die Geschichte der Entwickelungsphasen der Familie seit der ältesten Zeit bis zu den heutigen Tagen zu geben. 1°. Die älteste Form der Familie, jene des „Mutterrechts", hat bereits vor 25 Jahren Bachofen in seinem gleichnamigen Werke behandelt. An seine Forschungen knüpft Verf. an. Die Familie ist viel älter als die Ehe, und in der ältesten Zeit bildet das Haupt der Familie die Mutter. Das Recht der Verwandtschaft beruht auf der Geburt von derselben Mutter. Bei dieser und ihren Töchtern kaufen sich die Männer gleichsam zeitweilig ein. Die Liebe der Geschlechter gewöhnt den Mann für längere Zeit an die Stetigkeit des Lebens im Hause; die gemeinsame Sorge um das Kind schmiedet erst die Eltern zusammen und begründet 2°. die Ehe und — die Zeit des Vaterrechts: die Ehe, welche auf Kauf oder Raub beruht und unumschränkte Gewalt des Mannes zu bedeuten beginnt, und die Zeit des Vaterrechts, welche die Blutsverwandtschaft auf die väterliche Abstammung gründet. Die Mutterliebe hat zur Zeit des Mutterrechts die Familie begründet und erhalten; jene des Vaterrechts beruht auf dem Besitzesrecht. Das Hauskind braucht dem Vater nicht blutsverwandt zu sein (vgl. die Arrogation und Adoption der Römer). Gleichwie früher die Mutter, so bringt jetzt der Vater das Kind um, wenn er es will — man denke an das jus vitae ac necis des römischen Hausvaters. Aus der sich herausbildenden Hausgemeinschaft, der Geschlechterfamilie, dem Klan, mit dem patriarchalisch an ihrer Spitze stehenden Herrn und Hausvater, wächst wieder 3°. die neuere Form der Familie heraus. Der Haussohn begründet eine selbständige Familie, die Familie im heutigen engern Sinn. So wie die Familie aus der größeren Sorge um die Kinder herauswuchs, so treibt die fortgeschrittenere Zeit diese Vorsorge immer weiter. „Die Zeit arbeitet daran," schließt Verfasser, „der Unzulänglichkeit der Fürsorge in der Sonderfamilie einen immer zulänglicheren Ersatz in der Organisation der größeren Gemeinwesen zuzuführen. Je nachdem es gelingen wird, das Gut der Freiheit der Person dabei zu schützen, wird die Menschheit den Segen davon verspüren." S—d.

[1] Semper: „Die Palauinseln." Leipzig 1873, S. 355. Siehe auch Petri: „Ursachen des Aussterbens der Völker niederer Kultur", Globus Bd. 44, 1883, No. 17, S. 264.

Ausgegeben den 31. August 1886.

Über die Nachteile der einseitigen Anpassung.

Eine retrospektive Betrachtung.

Von

Dr. **Ernst Krause.**

Wenn wir den Körperbau des Menschen zu dem Zwecke studieren, um den Ursachen auf die Spur zu kommen, welche sein Hervorragen aus dem Kreise seiner Verwandten erklärlich machen, so werden wir, nachdem wir der Gehirnentwickelung und der Befreiung der Arme aus dem Dienste der Fortbewegung die ihnen gebührende Aufmerksamkeit geschenkt haben, bei einer Erscheinung Halt machen, die uns ebenso unerwartet wie überraschend entgegentritt. Ich meine den primitiven, d. h. unveränderten Zustand derjenigen Organe, denen die Systematiker für die Unterscheidung die größte Wichtigkeit beilegen, nämlich der vier Bewegungsgliedmaßen und des Gebisses. Wenn wir von einigen weniger wesentlichen Abänderungen in der Ausbildung und Anlenkung einzelner Arm- und Beinknochen absehen, so finden wir, daß der Mensch die Zahl und allgemeine Anordnung der Gerüstteile, welche wir schon beim Molch und Salamander der Primärzeiten finden, getreuer bewahrt hat als die meisten sonstigen höhern Wirbeltiere, seine nähern Verwandten allein ausgenommen. Da ist keine Verminderung der ursprünglichen Finger- oder Zehenzahl wie bei so vielen andern Tieren, kein Verlust des Ellen- und Wadenbeins zu beklagen, der Schultergürtel besitzt seine Schlüsselbeine, wie sie sich im Verlaufe der Zeiten entwickelt haben; im Gebisse begegnen wir ebensowenig klaffenden Lücken wie einer erheblichen Verschiedenheit der einzelnen Zähne untereinander; es erinnert in der Gleichmäßigkeit seiner Höhenmaße geradezu an alte Fisch- und Reptil-Gebisse. Ähnliche Verhältnisse in andern Organ-Systemen rechtfertigen es, daß man sich gewöhnt hat, den menschlichen Körper als ein typisches Grundschema der tierischen Organisation, als das protagoräische Maß aller Unterschiede auch in anatomischer Beziehung hinzustellen.

Ganz ungesucht drängt sich bei solcher Erkenntnis die Frage auf, was diese Stabilität der Allgemein-Organisation, dieses konservative Festhalten an dem ursprünglich Gewordenen im menschlichen Körper zu bedeuten habe? Wir sind so sehr gewöhnt, den Menschen als das fort-

geschrittenste aller Wesen anzusehen, daß uns die Kunde von einem Zurückbleiben in der einen oder andern Beziehung zunächst wie eine unglaubliche Sage entgegentritt. Um den darin liegenden Widerspruch zu lösen und der Lösung des Rätsels näher zu treten, müssen wir auf die Betrachtung der ältesten Säugetiere eingehen, deren Spuren sich jetzt schon bis zur ältesten Sekundärzeit zurückverfolgen lassen. Diese Spuren bestehen allerdings meistens nur in einigen losen Zähnen und nur in sehr wenigen Fällen aus einem Stück Unterkiefer oder Schädel, so daß wir gezwungen sind, mit Hilfe der aus der Welt des Lebens gewonnenen Anhaltspunkte aus diesen vereinzelten Überresten die Organisation der ältesten Säuger zu konstruieren.

Glücklicherweise braucht die Wissenschaft hierbei nicht ganz aus der Phantasie zu schöpfen, denn einige lebende Modelle des ältesten und niedersten Säugertypus sind den zerstörenden Mächten, die mit den schaffenden in der Natur Hand in Hand arbeiten, in dem abseits vom großen Weltmarkt liegenden Australien glücklich entronnen — die Schnabeltiere oder Ornithodelphien. Wegen der zahlreichen Übereinstimmungen in dem anatomischen Bau dieser Tiere mit dem Körperbau der Vögel und Reptilien, ja der Amphibien, hatte man längst geschlossen, daß sie einer Übergangsgruppe von den niedern zu den höhern Wirbeltieren angehören müßten, und neuere Untersuchungen haben diese Vermutungen vollauf bestätigt. Es mag hier der Kürze wegen nur daran erinnert werden, daß die Schnabeltiere gleich den Reptilien und Vögeln dotterreiche Eier legen, in der Blutwärme zwischen kalt- und warmblütigen Tieren in der Mitte stehen und Brüste besitzen, die auf den Anfangsstufen der Ausbildung stehen. Nach diesen Verhältnissen (und zahlreichen anderen des Gerüsts wie der Weichteile) ist es ein vollkommen berechtigter Schluß, anzunehmen, daß uns die Schnabeltiere nach vielen Richtungen verläßliche Winke über die Allgemein-Organisation der ältesten Säuger zu geben vermögen.

Hierbei darf indessen keineswegs übersehen werden, daß seit dem Auftreten jener ältesten Säuger ein ungeheurer Zeitraum vergangen ist, und daß es unvorsichtig sein würde, anzunehmen, diese Zeit sei spurlos an jenen Tieren vorüber gegangen und habe uns die Urtypen in voller Reinheit erhalten. Schon ein flüchtiger Blick zeigt uns, daß sie nicht in aller und jeder Beziehung das klare Mittelglied zwischen dem typischen Reptil der alten Zeit und dem typischen Säuger der älteren Epochen darstellen, daß sie vielmehr nach verschiedenen Richtungen einer sehr einseitigen Anpassung unterlegen sind, namentlich in der Bildung des Kauapparates, aus welchem die Zähne, wie bei den Vögeln und manchen Edentaten, ganz verschwunden sind, während die Kiefer eine Hornbekleidung erfahren haben. Manche Zoologen haben darin ein Zeichen tiefer Rückbildung sehen wollen, und um ihnen jede Beweiskraft für die Entwickelungslehre abzusprechen, behauptet, ihre die Organisation der niedern und höhern Wirbeltiere vermittelnde Körperbildung sei nichts als ein irreführender Schein, denn in Wahrheit seien sie nichts anderes als »degenerierte Beuteltiere«.

Wir müssen bei diesem Schlusse einen Augenblick verweilen, da

er einer Gruppe von Mißbräuchen der Entartungslehre angehört, welche gewisse Doktrinäre mit Vorliebe heranziehen, um damit solche Typen, die ihren theoretischen Hirngespinsten unbequem sind, schleunigst aus dem Wege zu räumen. So versuchte man den *Amphioxus* aus der Ahnenschaft der normalen Urwirbeltiere wegzuschaffen, um ungestört beweisen zu können, daß die Wirbeltiere auf dem Rücken laufende Ringelwürmer seien, und so gedachte Carl Vogt aus dem Schnabeltier ein entartetes Beuteltier zu machen, um dem Haeckel'schen Wirbeltier-Stammbaum ein weiteres Stützglied zu amputieren. Allein alle diese Doktrinäre beweisen mit solchen Mißbräuchen der Entartungslehre nur, daß sie gar nicht wissen, was sie unter derselben verstehen sollen. Wir sprechen mit Recht von einer Entartung, wenn einem Tiere durch Gewöhnung an eine festsitzende Lebensweise oder durch Schmarotzertum der größte Teil seiner Sinnes- und Bewegungs-Organe infolge des Nichtgebrauchs verloren gehen, so daß das betreffende Wesen körperlich und geistig auf eine tiefere Stufe sinkt als seine Verwandten, ja als seine eigenen Jungen, obwohl eine materielle Verbesserung seiner Lage, ein üppiges Gedeihen damit verbunden sein kann.

Wenn dagegen eine Tierfamilie einzelne weniger wichtige Organe, die sie nicht mehr braucht, verliert, ohne dadurch in ihrer Freiheit und Selbständigkeit geschädigt zu werden, so darf man nicht von einer Degeneration im allgemeinen sprechen, sonst wäre am Ende der Mensch, weil er die dichtere Behaarung und den größten Teil des Schwanzes seiner Ahnen eingebüßt hat, als ein »entarteter Affe« zu bezeichnen. Gerade so wie die Vögel und manche Wale haben die heute lebenden Schnabeltiere die Zähne ihrer Ahnen verloren, weil dieselben bei ihrer besondern Ernährungsweise entbehrlich wurden, aber wenn man sie dafür als entartet bezeichnen wollte, so müßte man alle heute lebenden Angehörigen des Vogelreichs, trotz ihrer Pracht und Intelligenz, ihren zahnreichen Ahnen gegenüber für degenerierte Wesen erklären, und dazu wird sich kein besonnener Zoologe veranlaßt sehen. Außerdem wird ein derartiger, Einzelorgane betreffender Verlust in der Regel durch einen positiven Gewinn nach einer andern Richtung ausgeglichen, wie z. B. der Verlust der obern Schneidezähne bei den Cerviden und Boviden durch die Geweih- und Gehörnbildung und durch den Wiederkäuer-Magen, und ebenso dürfte ein genaueres Studium der Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Schnabeltiere beweisen, daß sie den Ursäugern oder Protomammalien gegenüber, wie wir sie uns konstruieren müssen, nicht nur nicht degeneriert, sondern in mehr als einer Richtung über dieselben hinausgeschritten sind, namentlich im Bau des wichtigsten tierischen Organs, des Gehirnes. Sie sind demnach keineswegs als degenerierte Beuteltiere, ja nicht einmal als degenerierte Protomammalien, sondern im Gegenteil als fortgeschrittene, wenn auch in etwas einseitiger Richtung spezialisierte Ursäuger zu betrachten.

Versucht man von ihrer Organisation aus auf den Bau des typischen Ursäugers zurückzugelangen, so braucht man dem Gerüst-, Muskel- und Eingeweidebau keine allzugroßen Veränderungen zuzumuten, die hauptsächlichsten Wandlungen würden, wie angedeutet, im Gebiß und dem davon in Mitleidenschaft gezogenen Kiefergelenk- und Ohrenbau, so-

wie im Schädel und Gehirn zu suchen sein. Zahlreiche Gründe, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann, ergeben, daß die Ahnen der Schnabeltiere, die eigentlichen Ursäuger, ohne Zweifel Tiere mit langen Kiefern gewesen sind, in denen zahlreiche, unter sich gleichartige Zähne steckten, deren Keime ein genaueres Studium ihrer Entwickelung vermutlich ebenso nachweisen wird, wie es bei den Walen und Vögeln geschehen ist. Übrigens scheint es trotz der Veränderung ihres Gebisses, daß sie im wesentlichen bei der Nahrung ihrer Ahnen, die vorwiegend aus kleinen Gliedertieren bestanden haben muß, geblieben sind. Weder die Zermalmung der Ameisen, denen die Landschnabeltiere nachstellen, noch diejenige der kleinen Wassertiere, von denen das Wasserschnabeltier lebt, erfordert ein starkes Gebiß, während ihre Bewegungsgliedmaßen durch die Notwendigkeit, den Boden aufzuwühlen, um ihre Beute zu erlangen und sich Wohnungen zu graben, beträchtlich erstarkt sein mögen.

Auch die nächsthöhere Stufe der Säugetiere, die sich schon in der Sekundärzeit aus den Ursäugern entwickelte, die der Übergangssäuger (Huxley's Metatherien), begann mit insektenfressenden Formen, und diese waren, soviel sich aus ihren spärlichen Überresten erkennen läßt, den am wenigsten spezialisierten unter den heute lebenden Beuteltieren, d. h. den Opossums und Beutelratten ähnlicher als einem sonstigen lebenden Wesen. Es ist zwar in keiner Weise zu bezweifeln, daß auch die Beutelratten im Laufe der Jahrtausende manche Veränderungen durchgemacht haben werden, so daß man sie nicht als getreue Nachbilder jener ältesten Übergangssäuger ansehen darf, von denen sie selbst, die spezialisierten Beuteltiere und die höheren Säuger abzuleiten sind; immerhin haben sie im Bau des reichgefüllten Gebisses und der vier fünfzehigen Füße bis heute ursprüngliche Charaktere bewahrt, welche den Angehörigen der übrigen Beutler-Ordnungen nicht im gleichen Maße zukommen, so daß wir diese zwar ohne bedeutende Schwierigkeit von ihresgleichen ableiten können, nicht aber umgekehrt sie von letzteren.

In Australien finden wir bekanntlich noch heute eine Mannigfaltigkeit von Beutlern am Leben, die an diejenige der höhern Säuger erinnert, obwohl naturgemäß die Zahl der Gattungen und Arten auf dem beschränkten Areal kleiner ist als die der höhern Säuger, welche den gesamten übrigen Erdraum in Besitz genommen haben. Ein oberflächlicher Zoologe könnte glauben, es seien daselbst alle Säuger-Ordnungen vertreten, die wir bei uns kennen. Denn statt unserer Raubtiere finden wir dort Raubbeutler, statt unserer Nagetiere Beutelnager, statt der Huftiere, welche unsere Grasebenen abweiden, Känguruhs; den Fledermäusen, die von den benachbarten Ländern und Inseln herübergekommen sind, gesellen sich Flugbeutler zu, und auch an affenartigen Beutlern fehlt es nicht, so daß die Meinung, spezialisierte Beutler seien die Ahnen unserer spezialisierten höhern Säuger, zu denen die fossilen Arten unmerklich hinüberleiten sollen, noch heute, namentlich unter den französischen Paläontologen ihre Vertreter findet. Wir lassen diese Frage vorläufig auf sich beruhen, um einen andern Punkt ins Auge zu fassen, nämlich den ansehnlichen Wuchs und die größere Körperstärke der spezialisierten

Beutler, der unspezialisierten Stammgruppe gegenüber. Im Vergleiche zu den Känguruhs, Wombats und Beutelwölfen sind die Beutelratten unansehnliche Tiere, und dies tritt noch mehr in die Augen, wenn man die fossilen Funde hinzunimmt. Denn in den jüngeren Erdschichten finden wir die Reste spezialisierter Riesenbeuteltiere, welche alle lebenden an Größe überragten, so daß dieses Geschlecht den Kulminationspunkt seiner Entwickelung, auch in Australien, längst überschritten hat.

Wir ersehen hieraus, daß das Aufgeben der urväterlichen Ernährungsweise diesen Tieren zum augenscheinlichen Vorteil gereicht hat, eine Thatsache, zu deren Erklärung sich mehr als ein Grund finden läßt. Denn einmal bilden die Insekten eine leicht bezwingbare Beute, deren Fang und Vergewaltigung zu keiner Zeit bedeutende Körperkräfte erforderte, da auch die vorzeitlichen Insekten nicht oder doch nur in so wenigen Ausnahmefällen größer waren als die Mehrzahl der heutigen, wie es noch jetzt einzelne Libellen, Heuschrecken, Käfer und Schmetterlinge gibt, die nach Körperlänge oder Flügelspannung nahezu die Ausdehnung eines Fußes erreichen. Auch ist die Insekten-Nahrung in anbetracht der Schmalheit der Bissen und der einander folgenden Jahreszeiten des Mangels nicht zu denen zu zählen, mit welchen man sich so leicht mästen kann. Mit einem Worte, die Insektenfresser waren der Regel nach seit jeher schwächere Tiere, und wenn einige fossile Ameisenfresser hiervon eine Ausnahme machen, so handelt es sich bei ihnen vielleicht um Termitenfresser, die ihre Gliedmaßen bei der Zerstörung widerstandsfähiger Erdbauten gestärkt haben mögen; jedenfalls bilden sie eine vereinzelte Ausnahme. Erst diejenigen Stammesgenossen, die sich auf die in größerem Überfluß vorhandene Kraut- und Fruchtnahrung warfen, oder ihresgleichen angriffen und verzehrten, gewannen durch reichlichere Ernährung und im gegenseitigen Ringen größere Kräfte; die neue Lebensweise »bekam« ihnen, wie wir zu sagen pflegen, besser als die alte. Das Auftreten von Raubtieren mit gewachsenen Kräften wird immer auch unter den pflanzenfressenden Tieren durch Zunahme der Stärke, Schnelligkeit und besonderer Verteidigungsmittel in Schranken gehalten; sie wirken wie die Hechte im Karpfenteich und sind daher als treibendes Moment in der Entwickelung des großen Naturlebens nicht zu unterschätzen. Die Sprungbeine der Känguruhs, die Laufbeine der Huftiere muß man wesentlich auf ihr Konto setzen.

Für unsere späteren Betrachtungen wird es von Vorteil sein, wenn wir hier einen Augenblick bei der Thatsache verweilen, daß das aus zahlreichen, unter sich gleichen Zähnen bestehende Gebiß der insektenfressenden Urbeuteltiere augenscheinlich das Grundmaterial hergegeben hat, aus dem sich durch Umbildung einzelner Zähne und bessere Anpassung an die besondere Ernährungsweise, durch Beseitigung überflüssiger oder hinderlicher Zähne, das Nager-, Fruchtfresser-, Wiederkäuer- und Raubtier-Gebiß der andern Beutler-Ordnungen gebildet hat, ganz ähnlich so, wie sich dies bei den höheren Säugern in späterer Epoche wiederholt hat, und daß ebenso die fünfzehigen Normalfüße der Beutelratten je nach Bedürfnis in Lauf-, Sprung-, Kletter-, Flug- und Scharrfüße umgewandelt werden konnten und wurden. Aber diese Umwande-

lungen, die fast immer in einer Erstarkung einzelner Teile auf Kosten anderer, welche überflüssig werden und verschwinden, bestehen, haben die Eigentümlichkeit, nicht rückgängig gemacht werden zu können, die Anpassung gelingt nur in einer bestimmten Richtung und nicht in der umgekehrten, sofern es sich dabei um das Aufgeben von Körperteilen handelt, die, einmal verschwunden, nicht wiederkehren. Durch die immer weiter getriebene Anpassung an eine bestimmte Lebensweise wird das Tier schließlich zu einem Virtuosen in derselben und kann sich reichlicher und müheloser ernähren als vorher. Es gedeiht daher, so lange die Bedingungen, unter denen es entstand, fortdauern, auf das üppigste, verliert aber zugleich die Fähigkeit, sich sehr veränderten Lebensbedingungen neu anzupassen, und geht daher, wenn die ihm günstigen Verhältnisse aufhören oder eine starke Konkurrenz eintritt, an seiner Einseitigkeit, so vortrefflich dieselbe eine Zeit hindurch sich bewährte, schließlich zu Grunde.

Die fossilen Funde zeigen uns, daß es in früheren Epochen auch in andern Erdteilen und nicht bloß in Australien, spezialisierte Beutlerformen gegeben hat, wie z. B. schon in der Sekundärzeit die Gattungen *Plagiaulax* in Europa und *Ctenacodon* in Amerika. Die Arten beider Gattungen reihten sich den nagerartigen Pflanzenfressern an, vermochten aber der Konkurrenz mit den später erschienenen Placenta-Nagern nicht zu widerstehen und sind mit Ausnahme von Australien, wo die Konkurrenz der Placentasäuger sich auf einzelne eingewanderte Fledermäuse begrenzte, auf der gesamten übrigen Erde ausgestorben. Dagegen haben bekanntlich die weniger einseitig spezialisierten Beutelratten die Konkurrenz der höhern Säuger auf weiten Gebieten ertragen, und dies scheint mir im Zusammenhange mit dem noch zu sagenden eine ebenso bedeutungsvolle als lehrreiche Thatsache. Man lernt dieselbe verstehen, wenn man sich erinnert, daß ein insektenfressendes Tier mit seinen gleichartigen Zähnen und reichgefülltem Gebiß immer ein wenig Allesfresser bleibt. Während ein echter Raubbeutler verhungern muß, wenn ihm entsprechende Beute mangelt, und dem pflanzenfressenden Beutler in Jahren der Dürre dasselbe Schicksal droht, wird der Allesfresser sich, wenn auch noch so kümmerlich, durchschlagen, namentlich wenn der Schwache genügende Verteidigungsmittel und Wege gefunden hat, wie sie den Opossums zu Gebote stehen.

Diese Thatsachen gewinnen an Bedeutung, wenn man sich überzeugt, daß die Geschichte der höhern Säuger ganz ähnliche Entwickelungswege aufweist. Die ergiebigen Ausgrabungen und Studien tertiärer Säugerreste, welche in den letzten Jahrzehnten in Europa und namentlich in Nordamerika angestellt worden sind, zeigen uns, daß ausgebildete Vertreter der heute existierenden Ordnungen (Raubtiere, Huftiere, Nager, Affen u. s. w.) in einer frühen Periode der Tertiärzeit noch gänzlich gefehlt haben. Zwar findet man bereits in den ältesten eozänen Ablagerungen die Reste zahlreicher Tiere, die man geneigt sein mag, den verschiedenen heute bestehenden Ordnungen gleichsam als unterste Glieder anzuschließen, aber man kann eigentlich nur sagen, daß man es in ihnen mit angehenden Vertretern der Raubtiere, Huftiere u. s. w. zu thun

habe. Die hauptsächlichsten Charaktere, durch die sich die Angehörigen dieser Ordnungen heute auszeichnen, waren bei jenen Anfängern noch nicht ausgeprägt. Das Gebiß war reicher an gleichmäßigen Zähnen und daher im allgemeinen gestreckter, die Füße zeigten gleichmäßig fünf Zehen und berührten den Boden mit ganzer Sohle, die enge Gehirnhöhle läßt auf ein sehr wenig ausgebildetes Geistesorgan schließen. In anbetracht der Ähnlichkeit des meist aus 44 Zähnen mit höckerförmigen Kronen bestehenden Gebisses war der nordamerikanische Paläontologe E. Cope, der sich besonders eingehend mit diesen frühtertiären Placenta-Tieren beschäftigt hat, geneigt, alle diese Erstlinge der heutigen Ordnungen zu einer einzigen Gemeinschaft miteinander zu vereinigen, welche er die der höckerzähnigen Tiere (Bunotherien) zu nennen vorschlug. Aber Cope erkannte auch bereits, daß es noch einige lebende Placenta-Säuger gibt, die sich ohne Zwang unter diesen sonst völlig ausgestorbenen Bunotherien einreihen ließen, nämlich unsere Insektenfresser.

Damit wurde ein Erkenntnisweg angebahnt, der später namentlich von Huxley, Parker und Dobson weiter verfolgt worden ist und der darauf hinführt, daß alle heute so verschieden ausgeprägten Ordnungen der Placenta-Tiere bei der Rückverfolgung ihres Entwickelungsganges, ebenso wie die Beuteltiere, gegen einen noch heute vorhandenen, aber im Naturleben eine ziemlich unscheinbare Rolle spielenden Typus konvergieren, gegen die Insektenfresser, aus deren Ahnenschaft also die übrigen Typen hergeleitet werden können und deren lebende Vertreter auch heute noch so primitive Züge bewahrt haben wie sehr wenige andere Placenta-Tiere. Von ihnen aus kann man nach den verschiedensten Richtungen die Wahrnehmung wiederholen, wie aus dem ursprünglichen Insektenfresser zunächst ein Allesfresser geworden ist, ehe er sich einseitig zur reinen Pflanzen- oder Fleischkost wandte, z. B. in der Reihe der Huftiere, die mit tapirähnlichen Allesfressern begann und erst durch die schweineartigen Omnivoren zu den reinen Krautfressern führte. Denselben Entwickelungsgang findet man bei den Raubtieren, unter denen die von gemischter Kost lebenden Ursiden und Caniden die ältesten sind, denen die ausgeprägten Raubtiere (Katzen) erst viel später und in mannigfachen Übergangsformen folgten. Aus der angedeuteten Ausstrahlung von einem Grundtypus erklärt sich aber leicht, weshalb die ältesten Formen der verschiedenen Ordnungen untereinander so mannigfache Übereinstimmungen darboten, daß z. B. die ältesten affenartigen Tiere kaum von den ältesten Vertretern des Schweine-Typus zu unterscheiden waren und von den erfahrensten Paläontologen verwechselt und durcheinander geworfen wurden, während die ältesten nagerartigen Tiere (Tillotherien) kaum von den ältesten Bären unterschieden werden konnten.

Wir können sodann weiter verfolgen, wie die in der eingeschlagenen Hauptrichtung weniger spezialisierten Formen fortdauernd von den mehr spezialisierten aus dem Felde geschlagen wurden, wobei die letzteren bis zu einer gewissen Grenze beständig an Kraft und Größe des Körpers und Gehirnes zunahmen, z. B. die Pferde, die im Eozän mit fuchsgroßen Formen die Weltbühne betraten und im Laufe der Tertiärzeit zur heutigen Größe heranwuchsen. Dabei finden wir zahlreiche Zeugnisse, daß eine zu hastige

oder weit getriebene Spezialisation in Nebenrichtungen, ein vorzeitiges Aufgeben alter Errungenschaften, unzählige Male der Entwickelung ein frühes Ziel setzte. Am stärksten dezimiert erscheinen heute die Reihen der Zahnarmen, aber auch unter den Huftieren sind zahlreiche Entwickelungsrichtungen schon in der Miozänzeit ohne Fortsetzung erloschen, wie die artenreichen Familien der Dinoceraten und Brontotheriden in Nordamerika, welche Verwandte unserer Nashörner und Rüsseltiere waren, die selbst vereinzelte Überreste ehemals formenreicherer Gruppen darstellen. Manchmal hat man die Ursachen des frühzeitigen Erlöschens bestimmter Geschlechter zu erkennen geglaubt, so z. B. Kowalewsky bei denjenigen Huftieren, die eine Schwächung des Fußgerüsts erlitten haben, indem sie mit den überflüssig werdenden Seitenzehen auch die dazu gehörigen Fußwurzelknochen verloren, statt sie zur Kräftigung der Fußwurzel auszunutzen. In andern Fällen war es vielleicht die Übertreibung einer an sich nützlichen Organisationsrichtung, die zum Untergange führte, wie die Übertreibung des Raubtiergebisses im Rachen des furchtbaren *Machairodus*. Am meisten sehen wir solche Linien, in denen die Spezialisation langsam voranschritt und sich gewissen allgemeinen Zielen, wie z. B. dem einer ausdauernden und schnellen Fortbewegung (Pferde und Cerviden), eines geschickten Kletterns oder Schwimmens u. s. w. annäherte, vor einem vorzeitigen Erlöschen bewahrt. O. Marsh hat wiederholt auf die hierhergehörige Erscheinung hingewiesen, daß gewisse Hauptstämme der Entwickelung zahlreiche Nebenschößlinge treiben, die infolge zu weitgehender Spezialisationen schnell absterben, während der Haupttrieb bis in unsere Zeit hineingewachsen ist (vergl. Kosmos Bd. II S. 433).

Ehe wir nunmehr zu noch weitergreifenden Verallgemeinerungen übergehen, wird es zweckmäßig sein, wenigstens kurz darauf hinzudeuten, daß in der Geschichte der Amphibien, Reptile und Vögel ganz ähnliche Verhältnisse vorgewaltet zu haben scheinen, sofern kleinere Arten mit bequemerer Ernährungsweise von winzigen Wassertieren oder Insekten, die Wurzel des Stammbaumes gebildet zu haben scheinen, worauf diese zunächst Allesfresser wurden, um sich dann in stark divergierenden Richtungen zu Pflanzen-, Frucht- und Fleischfressern zu entwickeln. Auch hier sind die Vertreter der ursprünglichsten Ernährungsweise, die Molche unter den Amphibien, die Eidechsen unter den Reptilien, in wenig veränderten Formen bis auf unsere Zeit gekommen, während die stark von der Grundform abgewichenen Nebenformen vielfach gänzlich ausgestorben sind. In die Formen-Mannigfaltigkeit der Amphibien in der Primärzeit haben uns erst die Forschungen von Credner und Fritsch in neuerer Zeit einen vollen Einblick verschafft, aber so viele Ernährungsweisen ihnen damals auch offen gestanden haben mögen, und trotz der Üppigkeit des Wuchses, die viele Angehörige damals erreichten, sind doch die meisten Seitenzweige ohne alle Nachfolge eingegangen oder bilden, wie die Caecilien, einen verschwindenden Faktor in ihrer Gemeinschaft. Bei den Reptilien sehen wir dasselbe Gesetz noch deutlicher ausgesprochen. Die kolossalen Meerdrachen, die formenreichen und den verschiedensten Ernährungsweisen angepaßten Familien der Mosasaurier, Dinosaurier, Theriodonten, Anomodonten, Flugsaurier u. s. w., welche einst von der Mehr-

zahl der Nährstellen in der Natur Besitz genommen hatten, sind trotz der gedeihlichen Entwickelung, die sich vielfach in der Riesenhaftigkeit ihrer Leiber ausprägte, bald spurlos verschwunden, in tertiären Schichten finden sich kaum noch etwelche Spuren von ihnen. Da die Erben ihrer Herrschaften und Domänen, die niederen und höheren Säuger auf Erden, die Vögel und Fledermäuse in der Luft, ihnen an Körperkraft kaum gewachsen waren, so wird man annehmen müssen, daß sie gutenteils an der Einseitigkeit ihrer Organisation selbst zu Grunde gegangen sind, weil sie im allgemeinen Wettbewerb den neuen Wesen, die sie wahrscheinlich im offenen Kampfe aus dem Felde geschlagen hätten, nicht gewachsen waren.

Unter den lebenden Reptilien gibt es bekanntlich einzelne hochspezialisierte Ordnungen, welche obige Regel umzustoßen scheinen, nämlich die Krokodile, Schildkröten und Schlangen, welche unbeschadet der einseitigen Richtung, die ihre Organisation genommen hat, noch immer eine achtunggebietende Rolle auf dem Welttheater spielen. Es ist aber nicht schwer, die besondern Gründe zu verstehen, welche die Fortdauer dieser Ausnahmsstellungen sicherten. Sie bestehen einerseits in ausgezeichneten Verteidigungsmitteln, wie die widerstandsfähigen Panzer der Krokodile und Schildkröten, teils in dem Fehlen einer unmittelbaren Konkurrenz, wie bei den Schlangen, die ihrer Schlankheit eine ungemeine Verbergungsfähigkeit und ihrem, wenn auch nicht allen Gattungen zukommenden Giftzahn ein allgemeines Gefürchtetsein danken. Denn auch die nichtgiftigen Schlangen ziehen aus letzterem Umstande Vorteil, weil sie weniger Angreifer finden, vielmehr auch von stärkeren Tieren gemieden werden. Wir sehen in den Giftschlangen ein Beispiel von dem großen Nutzen einer Spezialisation, so lange die Bedingungen, unter denen dieselbe nützlich ist, vorhalten. Die Giftwaffe aber scheint zu den wirksamsten Ausrüstungen zu gehören, wie ja auch das seit der Devonzeit mit geringen Abänderungen fortbestehende Geschlecht der Skorpione erkennen läßt.

Fragen wir uns nunmehr, worin die zutage getretenen Gefahren der einseitigen Anpassung bestehen, so könnte die Antwort einfach lauten: eben in ihrer Einseitigkeit. Wir wissen aus der täglichen Erfahrung, daß es im menschlichen Leben auf allen Gebieten der Wissenschaft, Kunst und Technik nur durch einseitige Vertiefung und Beschränkung zu hervorragenden Leistungen zu bringen ist, aber man versetze den einseitigen Virtuosen, der auf irgend einem Gebiete das höchste leistet, in eine Lage, in welcher er seine Kunst nicht ausüben, seine Fertigkeit nicht geltend machen kann, und er wird verhungern müssen, während ein vielseitiger Mensch, der nichts gründlich, aber von allem etwas versteht, sich überall durchschlägt. Ein Raubtier, welches, wie im allgemeinen Ursiden und Caniden, zur Not von Beeren und Wurzeln leben kann, ein Baumtier, welches nicht auf Fruchtnahrung angewiesen, auch zu Raupen und Vogeleiern greift, ein Allesfresser mit einem Worte, wird in Zeiten vorübergehenden Mangels günstiger gestellt sein als ein eingefleischter Räuber oder Wiederkäuer. Darwin hat in seiner Reisebeschreibung (Kap. 8) am lebenden Niata-Rinde eine Spezialisation erörtert, welche in Zeiten

großer Dürre zu einem Aussterben desselben führen müßte, und Dr. Falconer hat darauf hingewiesen, daß eine ähnliche Lippenbildung, wie sie diese Rinderrasse auszeichnet, bei dem ausgestorbenen *Sivatherium* vorhanden gewesen sei, so daß die Wahrscheinlichkeit naheliegt, sie sei demselben einst verhängnisvoll geworden.

Ja sogar der Umstand, daß eine einseitige Anpassung an Zeit und Umstände den betreffenden Tieren ein üppiges Gedeihen sichert, birgt leicht den Keim des Verderbens in sich. Denn es führt zur allmählichen Ausbildung von Riesenrassen oder doch von einem massigen Körperbau. Solche Riesenrassen sind aber bei dem stärkeren Nahrungsbedürfnis, welches ihnen eigen ist, naturgemäß bei eintretendem Mangel, wie er durch abnorme Witterung, klimatische und geologische Veränderungen verursacht wird, viel stärker gefährdet als kleinere Tiere; darin scheint der Schlüssel zu der merkwürdigen Thatsache zu liegen, daß ein so großer Prozentsatz der ausgestorbenen Tiere, und namentlich aus den völlig ausgestorbenen Familien, sich durch riesenhaften Wuchs auszeichnete. Kleinere Tiere sind aus den umgekehrten Ursachen viel mehr befähigt, sich in Zeiten der Not durchzuschlagen, zumal wenn sie zu den Allesfressern gehören. Die der Mehrzahl nach kleinen Molche und Eidechsen, die Chamäleons, welche manche Züge der Dinosaurier bewahrt haben, das gesamte Reich der Insekten und die insektenfressenden Säugetiere können als sogenannte Dauertypen betrachtet werden, und wahrscheinlich trug ihr geringes Nahrungsbedürfnis nicht am wenigsten dazu bei, sie für das Überleben über unzählige größere Kindheitsgenossen zu befähigen. Die Unbehilflichkeit großer Tiere mag ihnen ebenfalls schädlich sein. So vortrefflich die Wale im Nahrungsüberfluß der großen Meere gedeihen, sollen sie doch den Angriffen schwacher Gegner zuweilen erliegen, und eine Sturmflut, die sie ans Land spült, macht sie sofort zu hilflosen, einem jämmerlichen Ende preisgegebenen Wesen.

Wir nehmen vorläufig die Thatsache hin, daß die einseitige Anpassung in höchst zahlreichen Fällen zum Untergange führt, in jedem Falle aber auf einen Weg, von dem es keine Rückkehr gibt, und sehen, daß die Hoffnung weiterer Anpassungen an völlig neue Bedingungen, oder sagen wir sogleich der allgemeine Fortschritt, immer auf den unspezialisierten Grundtypen ruhen bleibt, aus denen noch alles werden kann, weil sie keine ihrer wesentlichen Errungenschaften aufgegeben haben. Die heute lebenden placentalen Insektenfresser können natürlich in keinen Betracht kommen, denn sie verhalten sich zu den Urahnen, von denen die höhern Placenta-Tiere abzustammen scheinen, wie die heute lebenden Beuteltiere zu den Übergangssäugern, sie sind auf einer längst überholten Entwickelungsstufe stehen geblieben. Die Erbschaft ihrer Ahnen wurde zunächst von zwei divergierenden Typen angetreten, von Flugtieren, die vorwiegend bei der hergebrachten Insektenspeise blieben, und von Klettertieren, die mehr und mehr zur Fruchtnahrung übergingen. Auf den untersten Stufen berühren sich die Angehörigen dieser beiden Zweige am Baum des Säugerlebens noch vielfach, sowohl untereinander als mit den ältesten Allesfressern, die aber bald Zehen und Zähne einer weitergehenden Spezialisation opferten. Aber auch die Wege der beiden vollzehigen

Linien trennten sich bald. Wir wollen zunächst einen Augenblick bei den Fledertieren verweilen, welche Linné bekanntlich wegen des übereinstimmenden Gerüstbaus und mancher sonstigen Eigentümlichkeiten zu seiner Abteilung der vollkommensten Tiere (Primaten) rechnete. Allein von dieser Überschätzung der Handflügler ist man mit gutem Grunde in neuerer Zeit zurückgekommen. Denn ihr Geschlecht verdient, ob es gleich in sehr zahlreichen Arten blüht, den Namen eines frühvollendeten. Schon in der Mitte der Eozänperiode traten Arten auf, die den heute lebenden ähnlicher sind, als irgend ein anderes eozänes Placenta-Tier seinen nächsten lebenden Verwandten. Die Verlängerung der Hände zu den die Flughaut spannenden Flugfingern scheint ein überaus rasch fortgeschrittener Prozeß gewesen zu sein, der diese Tiere ebenso schnell der Vielseitigkeit bildender Eindrücke des Erdenlebens entzog. Ihr Geistesleben scheint infolgedessen auf tiefer Stufe stehen geblieben zu sein. Während einzelne Sinne, namentlich der Tastsinn, der Geruchsinn und in mancher Richtung auch das Gesicht scharf ausgebildet sein mögen, zeigt der Gehirnbau im allgemeinen einen so zurückgebliebenen Zustand, daß er wenig über den der Insektenfresser hinausgeht. Das läßt sich leicht durch die Anpassung an eine nächtliche Lebensweise mit Tagesschlaf und Winterschlaf verstehen; auch die Außergebrauchsetzung der Finger als Greiforgane möchte daran ihren Anteil haben. Überdem ist das Leben der Flugtiere an sich ein viel einförmigeres als das der an der Erdoberfläche lebenden Tiere, weshalb auch die Vögel in ihrem geistigen Niveau entschieden hinter dem der höhern Vierfüßler zurückgeblieben sind. Dasjenige nächtlicher Flugtiere entbehrt außerdem aller jener Anregungen, welche der Reiz der Farben und der genaueren Formenerkenntnis der geistigen Sphäre eines Tieres hinzufügen muß. Die Anschauung der Griechen, welche die Eule als den Inbegriff aller Weisheit ansahen, dürfte ebensowenig in der Natur einen Rückhalt finden, als die der christlichen Kirche, welche in den Fledertieren etwas von teuflischer Abstammung und Verschlagenheit vermutete. Ihr Beharren erklärt sich durch die Fortdauer der Lebensbedingungen, denen ihre Organisation angepaßt ist.

Die Betrachtung der insektenfressenden Ursäuger, Übergangssäuger und Placentasäuger als Ausgangsfamilien der betreffenden Abteilungen legt die Frage nahe, ob nun mit den letztgenannten der Grundstamm der wenig spezialisierten Mitteltypen abgeschlossen sei und sein Ende erreicht habe? Für den ersten Anblick könnte es so scheinen, aber bei genauerer Betrachtung findet man, daß dieser Stamm eine Art Fortsetzung in den Halbaffen findet und daß von diesen wiederum ein ähnlicher Reichtum von spezialisierten Formen ausgegangen ist wie von den placentalen und aplacentalen Insektenfressern. Wir haben hier zum mindesten noch heute raubtierartige, nagerartige, faultierartige, fledertierartige und fruchtfressende neben den insektenfressenden Halbaffen zu unterscheiden und die erhebliche Verschiedenheit der vorhandenen Formen zeigt uns, daß sie die letzten Reste einer ehemals noch formenreicheren Gruppe darstellen. Daß aus ihren Reihen die niedern und höhern Affen hervorgegangen sein müssen, wird zwar noch dann und wann

von einzelnen rechthaberischen Zoologen in Abrede gestellt, aber ohne daß diese eine bessere Hypothese an deren Stelle zu setzen wüßten. Zahlreiche in Europa und Nordamerika gemachte Fossilfunde der letzten Jahrzehnte haben ergeben, daß der Stamm der Halbaffen bedeutend weiter in die Vorzeit zurückreicht als derjenige der eigentlichen Affen und daß sie bereits in der Eozän-Periode eine bemerkenswerte Entwickelungsstufe aufzuweisen hatten. Jene ältesten Halbaffen zeigten noch nicht die einseitige Spezialisation vieler heute lebenden Halbaffen und höhern Affen, ihr Gebiß näherte sich stark demjenigen der Allesfresser, und ein von E. Cope beschriebener eozäner Halbaffe (*Anaptomorphus Homunculus* vergl. Kosmos Bd. XI. S. 301) besaß ein Gebiß, welches dem unserigen ähnlicher war als das irgend eines heute lebenden Affen, die Anthropomorphen nicht ausgenommen.

Dieses eozäne Tier dürfen wir somit als ein Glied jenes noch nicht den Verlockungen der einseitigen Anpassung erlegenen Mittelstammes der Entwickelung ansehen, dem auch der Mensch und einige anthropomorphe Affen der Vorzeit angehören, während die Mehrzahl der andern Halbaffen, Affen und selbst mehrere Anthropomorphen auf Seitenwege geraten sind, sofern sie sich mehr oder weniger zu reinen Fruchtfressern umgebildet haben. Alles spricht dafür, daß sich die Linien der lebenden Halbaffen früher als die der höhern Affen, und diese wiederum früher als die der Anthropomorphen von dem Mittelstamme der Entwickelung getrennt haben, dem der Mensch angehört, und wenn die hier begründeten Ideen das Richtige treffen, so dürfte der Mensch seine überragende geistige Entwickelung vielleicht nicht am wenigsten dem Umstande zu danken haben, daß seine Vorfahren Omnivoren geblieben waren und sich nicht einseitig zu Frugivoren umgebildet hatten. Der hier angedeutete Gedankengang scheint mir für die Erklärung der Menschwerdung von einer bisher nicht genug gewürdigten Wichtigkeit. Denn das Bedürfnis nach animalischer resp. gemischter Kost wirkt unvergleichlich stärker, Sinne und Beobachtungsgabe schärfend, auf den Geist, als die Beschränkung auf eine gleichsam in den Mund hinein wachsende, rein vegetabilische Kost, zumal einem Klettertier auch Obst und Kernfrucht leicht zugänglich waren. Unter den Vierfüßlern sind die Raubtiere den Huftieren unstreitig geistig bedeutend überlegen und dasselbe scheint für die Raubvögel zu gelten, deren Sinne sich zu unübertroffener Schärfe ausgebildet haben.

Vor allem bedeutsam für die weitere Entwickelung des menschlichen Geistes erscheint mir ferner der Umstand, daß die Zurückhaltung von der Wahl einer einseitig animalischen oder vegetabilischen Kost den vorgeschichtlichen Menschen befähigt hat, alle Einflüsse dieses Planeten auf sich wirken zu lassen und ihn in einem Grade zum Kosmopoliten zu machen, den kein anderes Wesen erreicht hat. Moritz Wagner hat, wie ich glaube, zuerst die Meinung aufgestellt, daß die im Beginne der jetzigen Erdepoche höchst unwirtlichen nordischen Breiten es gewesen seien, die durch Anspannung seines gesamten geistigen Vermögens den Menschen erst zum Menschen gemacht hätten. Die prähistorischen Forschungen scheinen diese Hypothese in ihrem gegenwärtigen Stande durchaus zu

begünstigen. In den nordischen Breiten hätte sich aber ein einseitig an Fruchtnahrung gewöhntes Wesen im Anfange der gegenwärtigen Epoche noch weniger niederlassen können als heute; die höhern Breiten wären ihm auf beiden Hemisphären verschlossen gewesen und ebenso alle jene Steppengebiete, die nur einen spärlichen, niedern Pflanzenwuchs hervorbringen, welcher erst durch Wiederkäuer oder Nager in eine kondensierte, für den Menschen geeignete Speise verwandelt werden muß, wenn er dort seinen Unterhalt finden soll. Es ist zwar die Möglichkeit nicht abzuweisen, daß sich ein Fruchtfresser wieder in einen Allesfresser zurückverwandeln könne, aber die geringe Spezialisation sowohl des Gebisses wie der Extremitäten des Menschen macht die Annahme wahrscheinlicher, daß die Vorfahrenlinie, aus welcher er hervorgegangen ist, sich abseits von derjenigen der ausgesprocheneren Frugivoren entwickelt habe, wie denn auch mehrere Anthropomorphen, deren nähere Verwandtschaft mit dem Menschen allgemein anerkannt wird, viel weniger reine Fruchtfresser sind als viele niedere Affen[1].

Es erhebt sich nunmehr die Frage, worin denn eigentlich der Vorteil jener Zurückhaltung in der Anpassung an eine ganz bestimmte Lebensweise gesucht werden müsse, da doch sonst allgemein die Spezialisation als ein Moment des Fortschritts aufgefaßt wird. Wir haben, um jeder Mißdeutung auszuweichen, gleich von Anfang an nur von der bedingten und relativen Schädlichkeit selbst der einseitigsten Anpassung gesprochen, denn eine absolute Schädlichkeit darf in ihr nicht gesucht werden, wie wir ja viele höchst einseitige Anpassungen seit undenklichen Zeiten sich bewähren sehen, so lange irgend Bedingungen vorwalten, unter denen die betreffende Organisation den Kampf mit feindlichen Gewalten bestehen kann. Der erste Vorteil, welchen der Widerstand gegen die Verlockungen einseitiger Anpassungen gewährt, besteht nun offenbar darin, daß der Organismus keinen der bis dahin errungenen Vorzüge aufgibt, wenn er sein Gebiß und seine Verdauungsorgane für jede Speise leistungsfähig erhält, die Zahl seiner Endgliedmaßen und ihre Gelenkigkeit bewahrt und auch die übrigen Organe in einem möglichst weiten Umfange tüchtig erhält, um auch in Zukunft die vielseitigsten Dienste von ihnen erwarten zu können. Es ist dasselbe, was man jedem jungen Handwerker oder Künstler zurufen möchte: »Nur nicht die Hände binden und nicht vorzeitig vor Anker gehen!«

[1] Die Prüfung der in neuerer Zeit von den Vegetarianern ausgegebenen Parole, daß der Mensch nach darwinistischen Grundsätzen als ein „Vegetarianer von Natur und Abstammung“ zu betrachten sei, hat mich schon vor längerer Zeit auf den hier dargelegten Schluß gebracht, daß im Gegenteil der Mensch einer Vermeidung der ausschließlich vegetarianischen Nahrung und überhaupt einseitiger Anpassung besondere Vorteile verdankt, die zu seiner erhabenen Stellung in der Natur beigetragen haben. Ich hielt diese Schlußfolgerung und die daran geknüpften Verallgemeinerungen, die ich zuerst in der „Voßischen Zeitung“ vom 16. Mai dieses Jahres dargelegt habe, für neu, ersehe aber aus einer mir kürzlich zu Gesicht gekommenen Besprechung der im Erscheinen begriffenen „Kulturgeschichte der Menschheit“ von Jul. Lippert, daß darin ähnliche Betrachtungen angestellt sind. Wie weit jene Ausführungen mit den meinigen zusammenfallen, ist mir unbekannt, da ich Lippert's Buch bis heute nicht gesehen habe.

Wir haben gesehen, daß zur einseitigen Anpassung immer Zeit und Gelegenheit bleibt und daß die Nährstellen des Meeres und des Festlands, der Vegetarianer und der Karnivoren, um der Kürze halber nur von diesen zu sprechen, im Verlaufe der Dinge wiederholt vakant geworden sind und immer von neuem haben besetzt werden müssen, erst — um nur von den Wirbeltieren zu sprechen — von Amphibien, dann von Reptilien, von Vögeln, niedern Säugern und schließlich von höheren Säugetieren, und daß der Ersatz immer von neuem von jenem unspezialisierten Mittelstamme ausgegangen ist, dem bisher stets die Zukunft gehörte. Diese Auffassung neigt zu gunsten der monophyletischen Ursprungs-Hypothese, und so groß auch die Übereinstimmungen der grasfressenden und karnivoren Beutler mit unsern Wiederkäuern und Raubtieren sein mögen, sie scheinen mir nicht genügend, die polyphyletische Hypothese zu stützen. Was die Gegensätze des Raubtier- und Wiederkäuer-Gebisses betrifft, so finden wir in den prägnanten Unterschieden täuschend ähnliche Gebisse schon bei den Reptilien, ja Marcel de Serres hat vor langen Jahren darauf aufmerksam gemacht, daß die omnivoren, laubfressenden und räuberischen Geradflügler ganz analoge Bildungen in der Zähnelung ihrer Mandibeln besitzen; eine entsprechende einseitige Anpassung hat eben zu allen Zeiten und bei den verschiedensten Tieren ähnliche Wirkungen hervorgebracht.

Während wir aber gesehen haben, daß die einseitige Anpassung, je schneller sie voranschritt und je weiter sie gedieh, in der Mehrzahl der Fälle zum Untergange führte, so scheint aus der Rolle des Verjüngungsstammes hervorzugehen, daß der Vorteil der in der Vielseitigkeit gewisser Organismen gegebenen Fähigkeit, die Wandlungen der Welt zu überdauern, zunächst in dem Naturgesetze liegt, daß die höchsten Vollkommenheiten nur durch die unausgesetzte Einwirkung immer neuer Einflüsse von den lebenden Wesen erlangt werden können, d. h. in einem unendliche Zeitläufe zu seiner Vollendung erfordernden Prozesse. So mystisch die Perfektibilitäts-Hypothese der Alchimisten klingt, im entwickelungsgeschichtlichen Sinne hat sie ihr Recht auf Anerkennung errungen und die höhere Leistungsfähigkeit in körperlicher wie geistiger Beziehung scheint zweifellos auf einer Ansammlung und Steigerung von Spannkräften zu beruhen, die eine lange und langsame Vorbildung, Ausbildung und Entwickelung voraussetzen. Das Wachstum des Seelen-Organs während langer Zeitepochen hat Marsh in den verschiedensten Tierstämmen unzweifelhaft nachweisen können. Natürlich gehört zu einer erfolgreichen Wirksamkeit der Anregungen die Ausbildung von Organen, welche geeignet sind, sie aufzunehmen, zu verarbeiten und zu nützen: an dem zurückgebliebenen Geiste geht jede Lehre erfolglos vorüber, und nur wer mit der Zeit fortgeschritten ist, kann in ihr gedeihen.

Wir wissen, daß es in letzter Instanz ein kleines Tröpfchen Protoplasma, oder um ein neues Wort für einen alten Begriff zu gebrauchen, von »Idioplasma« ist, welches alle Errungenschaften der innern und äußern organischen Arbeit verkörpert bewahrt und auf die Nachkommen überträgt. Der Fortschritt kann dabei nur dadurch ein stetiger werden, daß das Idioplasma in den betreffenden Linien einem stetigen Verfeinerungs-

prozesse unterliegt, daß es vor allem auch die letzt errungenen Vollkommenheiten überträgt; es kann nimmermehr, wie neuere Vererbungstheorien wollen, genügen, sich in alter Beschaffenheit wiederzuerzeugen, es muß vielmehr beständig neugebildet werden. Auch bezüglich der Zeugungsstoffe muß die alte Pangenesis-Theorie der Epigenesis Platz machen, wenn nicht jede Entwickelung unverständlich bleiben soll. Ebenso springt die Unhaltbarkeit jener Weltauffassung in die Augen, welche eine sprunghafte, rasche Entwickelung für wahrscheinlicher ausgibt als die gesetzmäßige langsame. Alles was wir aus der Geschichte der ausgestorbenen Seitenlinien zu erkennen imstande sind, scheint doch darauf hinzuweisen, daß jene schnelleren Entwickelungsvorgänge, welche wir in den Seitenformen mit einseitiger Anpassung sehen, auch einem schnellen Ziele zugeeilt sind (wenn auch nicht einem so schnellen wie die eigentlichen Sprünge, die Mißgeburten) — während der weiteste Entwickelungsvorgang, den wir kennen, die Menschwerdung, eine ungeheure Zeit beansprucht hat. Wir können die Langsamkeit dieses Vorgangs um so besser beurteilen, wenn wir uns erinnern, daß die äußere Gestalt und Organisation in rohen Umrissen schon mit den ältesten Primaten gegeben war, so daß aller weitere Fortschritt dem geistigen Organe gegolten hat, nachdem eine solide Grundlage hierfür gewonnen war. Damit braucht nicht etwa angenommen zu werden, daß die Vervollkommnung der übrigen Organe, die Verfeinerung ihres Baues dafür vernachlässigt worden sein müßten, aber jedenfalls handelt es sich hier nicht in erster Linie um sie. Alles was wir sehen können, weist uns darauf hin, daß die wichtigste Vorbedingung für die Weiterbildung des Körpers wie der Seele in dem Fortbestand jener Vielseitigkeit der Anlagen zu suchen sei, die in so vielen Lebenszweigen durch einseitige Anpassungen erstickt worden ist. Darum mögen wir auch für die Zukunft die Lehre daraus ziehen: »Nicht einseitig werden!«

Über die Entdeckung eines dritten Auges bei Wirbeltieren.

Von

Dr. **Eugen Korschelt**, Privatdozent in Freiburg i. Br.

(Mit 4 Holzschnitten.)

Selbst in dem so viel durchforschten menschlichen Körper finden sich noch immer einzelne Organe, deren Bedeutung den Anatomen und Physiologen bis heute dunkel geblieben ist. Eines dieser Organe ist die Epiphyse des Gehirns, die sog. Zirbeldrüse, von den Anatomen als Glandula pinealis bezeichnet. Über dieses Organ haben wir ganz in der neuesten Zeit sehr wichtige Aufschlüsse erhalten und es dürfte von Interesse sein, diese mit dem schon früher über die Epiphyse Bekannten einer kurzen Betrachtung zu unterziehen.

Die Zirbeldrüse des Menschen stellt einen kleinen zapfenförmigen Körper von etwa 8 mm Länge dar, welcher inmitten des Gehirns oberhalb der sog. Vierhügel liegt. Überdeckt ist sie vom Großhirn. Bei den übrigen Wirbeltieren ist die Epiphyse stärker entwickelt als bei den Säugetieren, wie die beistehende Zeichnung durch das allerdings idealisierte Gehirn eines Wirbeltierembryos erkennen läßt. Die Zirbeldrüse stellt sich in dieser Zeichnung als ein schlauchförmiges Gebilde dar, welches auf der Grenze zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn entspringt und nach vorn verläuft.

Fig. 1. Sagittalschnitt durch das Hirn eines (idealen) Wirbeltierembryos. Nach Wiedersheim (Lehrbuch d. vergl. Anatomie der Wirbeltiere).
V.H. Vorhirn, *Z.H.* Zwischenhirn, *M.H.* Mittelhirn, *H.H.* Hinterhirn, *N.H.* Nachhirn, *Ep.* Epiphyse, *Hyp.* Hypophyse, *Olf.* Riechnerv, *Opt.* Sehnerv.

Die Bedeutung des unter Umständen so bedeutend entwickelten Organs war, wie gesagt, bis in die neueste Zeit in Dunkel gehüllt. Man stellte die verschiedensten Vermutungen darüber auf. Eine von ihnen ist so origineller Natur, daß ich mir es nicht versagen kann, sie kurz zu berühren. Descartes, der berühmte französische Philosoph, sah in der Zirbeldrüse den wichtigsten Teil des Gehirns und damit des ganzen menschlichen Körpers überhaupt. Er sprach die Zirbel gewissermaßen als den Sitz der Seele an oder, wie er es nennt, als den Punkt, in welchem sich Körper und Seele berühren. Die Seele ist ja nach seiner

Theorie ein unausgedehntes Wesen und als solches kann sie sich nur in einem Punkt mit dem Körper berühren. Für den Ort dieses Berührungspunktes scheint Descartes aber die Zirbeldrüse besonders prädestiniert aus dem Grunde, weil sie als unpaares Organ nicht doppelt, wie die meisten Organe des Gehirns, sondern nur einfach vorhanden ist. Sie repräsentiert so gewissermaßen nur einen Punkt, in welchem dann die Berührung von Seele und Körper stattfindet.

Dies also nur der Merkwürdigkeit wegen. Sehen wir jetzt, was uns die Anatomen über die Bedeutung der Zirbeldrüse mitzuteilen haben. Um dies zu erfahren, müssen wir die verschiedenen Gruppen der Wirbeltiere in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen.

Ich erwähnte schon, daß die Epiphyse des Gehirns bei anderen Wirbeltieren viel stärker ausgebildet ist als bei den Säugetieren. So erblickt man auf dem zweiten Holzschnitt, einer Abbildung vom Gehirn eines Haifisches, die Epiphyse als ein langes, schlauchförmiges Organ, welches sich am Ende blasenförmig erweitert. Auch bei den Knochenfischen stellt sich die Epiphyse als längerer Schlauch mit birnförmiger Anschwellung dar. Desgleichen ist die Epiphyse beim Frosch noch wohl entwickelt. Vom Salamander wird sie als ein mit bloßem Auge sichtbares, rundliches Körperchen geschildert, welches der weichen Hirnhaut unmittelbar ansitzt. Auch bei den Reptilien tritt die Epiphyse noch deutlich an der dorsalen Seite des Gehirns hervor. Durch die stärkere Entwickelung des Vorderhirns jedoch (des späteren Großhirns), wie sie bei den Vögeln auftritt, wird die anfangs nach vorn geneigte Epiphyse (vergl. Fig. 1) mehr nach hinten gerichtet; sie wird zurückgedrängt und schließlich von dem sekundären Vorderhirn oder Großhirn ganz überlagert, wie dies bei den Säugetieren der Fall ist und wie man es an jeder Abbildung eines sagittalen Durchschnitts vom menschlichen Gehirn sehen kann. Während die Epiphyse erst an der dorsalen Seite des Gehirns hervorragte, ist sie jetzt sozusagen ins Innere desselben verlegt worden.

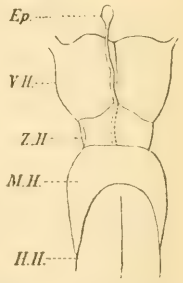


Fig. 2. Ansicht der dorsalen Fläche eines Gehirns von *Acanthias vulgaris*. Nach Ehlers. Die Epiphyse verläuft mit ihrem unteren Teil in den Hirnhäuten, mit ihrem oberen, längsten Teil frei in der Schädelhöhle. Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 1.

Eine besondere Bewandtnis hat es mit der Epiphyse in denjenigen Fällen, in welchen sie eine so bedeutende Ausdehnung zeigt wie bei den Haifischen. Von ihnen nämlich wies Ehlers[1] nach, daß der an der dorsalen Fläche des Gehirns, auf der Grenze von Mittel- und Zwischenhirn entspringende Epiphysen-Schlauch in die Hirnhäute eintritt und eine mehr oder minder weite Strecke in ihnen verläuft (vergl. die nebenstehende Abbildung). Sodann tritt er wieder aus ihnen aus, zieht sich oberhalb des Gehirns noch eine große Strecke hin und setzt sich schließlich mit seinem erweiterten Ende an das Schädeldach an. Auf letzteres Verhalten ist besonders Gewicht zu legen.

[1] Die Epiphyse am Gehirn der Plagiostomen. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. XXX. 1878.

Die Länge des Schlauchs kann bis zur Hälfte der ganzen Länge des Gehirns betragen. Bei den Rochen, die ein ganz ähnliches Verhalten zeigen, übertrifft sie dieses Maß sogar. Der Hohlraum des Schlauches steht mit den Hirnhöhlen in Verbindung. Wir werden auf diese Kommunikation gleich noch zurückzukommen haben.

Die Verbindung der Epiphyse mit dem Schädeldach erscheint bei den Haien als ein kreisförmiger, scharf umschriebener Fleck. Durch Präparation läßt sich das aufgetriebene distale Endstück der Epiphyse, welches durch diesen Fleck gekennzeichnet wird, vom Schädel loslösen und es entsteht dann eine entsprechende Lücke in dem knorpeligen Schädeldach. — Daß dieses interessante Verhalten der Epiphyse so lange verborgen bleiben konnte, erklärt sich nach Ehlers aus der leichten Verletzbarkeit des Epiphysenschlauchs. Wenn man nämlich beim Öffnen des Schädels nicht ganz vorsichtig verfährt, so wird der Epiphysenschlauch infolge seiner doppelten Befestigung am Gehirn und an der Schädeldecke durch die Wegnahme der letzteren sehr leicht durchgerissen.

Kennt man die soeben von den Haien geschilderten Verhältnisse, so erklären sich dadurch gewisse Vorkommnisse am Schädeldache der Amphibien, beziehentlich an dessen Außenseite. Im Jahre 1865 nämlich fand Stieda[1] beim Frosch in der Mittellinie des Kopfes ungefähr in der Höhe der Augen einen hellen und etwas erhabenen Fleck, welchem ein unter der Haut gelegener kompakter zelliger Körper entsprach. Stieda bezeichnete diesen Stirnfleck als »subkutane Stirndrüse«, ohne sich über seine Bedeutung in bestimmter Weise zu äußern.

Leydig[2], welcher die »Stieda'sche Stirndrüse« bald nachher genauer untersuchte, kam zu dem Resultat, daß sie gewissen Hautsinnesorganen der Amphibien anzureihen sei. Er erschloß dies vornehmlich aus dem Herantreten von Nerven an die vermeintliche »Drüse«.

Durch Götte wurde dann in seinem Werke über die Entwickelungsgeschichte der Unke[3] nachgewiesen, daß die »Stirndrüse« der Endteil der Epiphyse sei, der nur noch durch einen dünnen Stiel mit dem Gehirn in Verbindung stehe. Dieser zarte Stiel erstreckt sich, vom Gehirn ausgehend, durch die Hirnhaut und die Schädeldecke hindurch, um sich außerhalb der letzteren zu verbreitern. Diese Verbreiterung aber entspricht der von Stieda und Leydig beschriebenen Stirndrüse. Das eigentliche Organ, d. h. der bedeutungsvolle Teil desselben, ist jedenfalls der außerhalb des Schädels unter der Haut gelegene Abschnitt, eben die Stieda'sche Stirndrüse. — Es erinnert dieses Verhalten ganz an dasjenige der Selachier, wie ich es oben beschrieb.

Wiedersheim[4], welcher die Epiphyse des Froschhirns genauer unter-

[1] Über den Bau der Haut des Frosches (*Rana temporaria*). Reichert's Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1865.

[2] Leydig: Über Organe eines sechsten Sinnes etc. Nova Acta Acad. Caes. Leopold.-Carol. Bd. XXXIV. 1868.

[3] Leipzig 1875.

[4] Ecker und Wiedersheim: Die Anatomie des Frosches. II. Abteilung. Braunschweig 1881.

suchte, fand hier ein ganz ähnliches Verhalten. Der Verbindungsstrang des extracraniellen Teils mit dem Gehirn schien ihm jedoch nicht, wie dies behauptet worden war, nervöser, sondern viel eher bindegewebiger Natur zu sein.

Götte dachte sich die Entstehung der Epiphyse auf die Weise, daß sie diejenige Stelle der Außenseite des Embryos repräsentiere, an welcher der Neuralkanal am längsten mit der Außenwelt in Verbindung bleibe — den sog. Neuroporus. Es würde demnach die Höhlung der Epiphyse jenem Kanal entsprechen, welcher bei den Embryonen der Ascidien und bei *Amphioxus* von außen in das Neuralrohr führt. Erst allmählich schließt sich dann der Neuroporus und es schnürt sich das distale Ende der Epiphyse von der Oberhaut ab. Während dieses distale Ende nun hohl ist, soll der Stiel der Epiphyse nach Götte solide sein und erst sekundär soll sich die Höhlung vom Gehirn her in ihn hinein fortsetzen.

Der geschilderten Auffassung Götte's stellen sich die Untersuchungen von Van Wyhe, Strahl und Hoffmann[1] entgegen. Die genannten Forscher zeigten, daß die Epiphyse am Hirndach zwischen Mittel- und Zwischenhirn als hohle Ausstülpung entsteht. Von dieser Ausstülpung schnürt sich der distale Teil ab und bildet eine kleine runde Blase von plattgedrückter Form, die Anlage der Stieda'schen Stirndrüse. Dieses Organ findet sich auch noch bei ausgewachsenen Eidechsen in geringem Abstand vom peripheren Ende der Epiphyse als kleiner linsenförmiger Körper gerade unterhalb des Foramen parietale. Wir werden von ihm noch weiter zu sprechen haben.

Daß die Epiphyse als Ausstülpung der Hirnwand entsteht, haben auch die schon vorerwähnten Untersuchungen von Ehlers sowie diejenigen von Rabl-Rückhard und Ahlborn[2] bestätigt. Nach Rabl-Rückhard's Befunden stellt sich die Epiphyse bei den Knochenfischen als eine Ausstülpung am Dach des dritten Ventrikels dar, welche die Gestalt eines ziemlich weiten Schlauchs mit endständiger Anschwellung zeigt. Die Höhlung des Schlauchs steht in direkter Kommunikation mit dem Ventrikel des Hirns, in ähnlicher Weise wie es die schematische Fig. 1 erkennen läßt. Die Wandung des Epiphysenschlauchs ist ihrer Struktur nach gleichfalls eine Fortsetzung der Hirnwandung. Sie wird ausgekleidet von einer einschichtigen Lage von Ependymzellen und überdeckt von der Pia mater (der weichen Haut des Gehirns). Auch bei den Haien und Rochen besteht die Epiphyse nach Ehlers aus einer inneren, mit der Hirnrinde zusammenhängenden Schicht und aus einer äußeren Scheide, welche die Fortsetzung der Hirnhaut darstellt und als Trägerin der Ge-

[1] Van Wyhe: Über den vorderen Neuroporus der Wirbeltiere. Zool. Anzeiger 1884. — Strahl: Sitzungsberichte der Naturforsch. Gesellschaft in Marburg 1884. — Hoffmann: Weitere Untersuchungen zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien. Morphologisches Jahrbuch Bd. XI. 1886.

[2] Rabl-Rückhard: 1) Zur Deutung und Entwickelung des Knochenfischgehirns. Archiv f. Anatomie u. Physiol. 1882; 2) Entwickelung des Knochenfischgehirns (Entw. der Zirbel). Berichte der Sitz. naturf. Freunde in Berlin 1882. — Ahlborn: Über die Bedeutung der Zirbeldrüse etc. Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bd. XL. 1884.

fäße erscheint. — Weiter nach oben im Tierreich macht die Epiphyse eine rückschreitende Metamorphose durch. Von den Amphibien erwähnten wir dies schon. Bei gewissen Reptilien erscheint sie zum Teil bindegewebig degeneriert. Noch mehr ist dies der Fall bei den Vögeln; bei den Säugetieren ist nur noch ihr unterstes Ende nervöser Natur.

Während Ehlers das von ihm bei den Haien und Rochen aufgefundene Organ nur als ein rudimentäres bezeichnet, sich aber grundsätzlich jeder Deutung über die eigentliche Natur dieses Organs enthält, sprechen die zuletzt genannten beiden Forscher, Rabl-Rückhard und Ahlborn, bestimmte Ansichten über die etwaige Funktion der Zirbel aus.

Rabl-Rückhard weist darauf hin, wie die Epiphyse in der Ontogenie in einer Weise auftritt, daß man bestimmt erwarten sollte, aus ihr ein wichtiges Organ hervorgehen zu sehen. Sie besitzt als Ausbuchtung der Hirnwand große Ähnlichkeit mit den primären Augenblasen und es scheint nichts der Vorstellung im Weg zu stehen, daß wie aus jenen die paarigen Augen, so aus ihr ein unpaares Sinnesorgan sich entwickeln könne.

Unabhängig von Rabl-Rückhard und ungefähr zu der gleichen Zeit gelangte Ahlborn zu dem nämlichen Resultat. Auch er schloß aus der mit der Bildung der Augenblasen übereinstimmenden Entstehung der Epiphyse sowie aus ihrer Verbindung mit der optischen Hirnregion und aus ihrer gelegentlichen Lage außerhalb des Schädels, daß sie als das Rudiment einer unpaaren Augenanlage anzusehen sei.

Übrigens hatte auch Leydig[1] schon früher die Ansicht ausgesprochen, daß die »Stirndrüse« vielleicht einem Nebenauge zu vergleichen sein möchte.

Der Nachweis nun, daß die Epiphyse wirklich die Bedeutung eines Auges besitzt, bezüglich besessen hat, ist ganz neuerdings fast gleichzeitig und völlig unabhängig von einander durch zwei jüngere Forscher, Henri W. de Graaf in Leiden und W. Baldwin Spencer in Oxford geliefert worden[2]. Beide Forscher fanden bei verschiedenen Reptilien, nämlich bei einer Anzahl von Eidechsen, bei *Hatteria* (einer australischen, sich an die Saurier anschließenden, aber etwas abweichenden Gattung), beim Chamäleon und bei unserer einheimischen Blindschleiche an der Stelle des »Stirnflecks« Organe, die ihrer Struktur nach ganz zweifellos für Augen zu erklären sind.

Ich will hier das Verhalten von *Hatteria punctata* etwas näher betrachten, weil bei ihr das Scheitelauge allem Anschein nach am vollkommensten erhalten ist. Nach der Schilderung von Spencer erhebt sich die Epiphyse als hohler Auswuchs vom Dach des dritten Ventrikels. Es läßt sich an ihr ein proximaler Abschnitt unterscheiden, der mit dem

[1] Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.

[2] De Graaf: Zur Anatomie und Entwickelung der Epiphyse bei Amphibien und Reptilien. Zool. Anzeiger 1886. — Spencer: The parietal eye of *Hatteria*, in „Nature". London, May 1886. — De Graaf: Bijdrage tot de kennis van den bouw en de ontwikkeling der epiphyse bij Amphibien en Reptilien. Dissertation, Leiden 1886.

Gehirn in direkter Verbindung steht, sowie ein distaler Abschnitt, welcher ein blasenförmiges Gebilde darstellt. Dieses letztere besteht aus verschiedenen Schichten. Es ist das Scheitelauge, welches in der beistehenden Abbildung nach Spencer's Zeichnung kopiert ist.

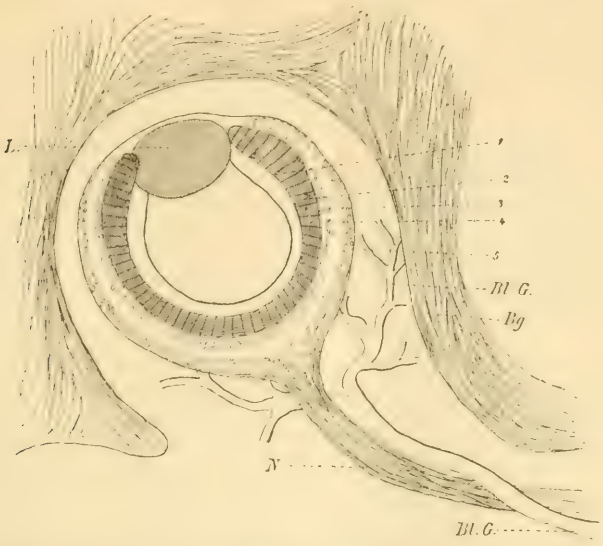


Fig. 3. Vertikaler Längsschnitt durch das Scheitelauge von *Hatteria punctata*. Man erkennt das Auge mit seinen verschiedenen Gewebsschichten (1—5), mit der Linse (*L.*), dem eintretenden Nervus opticus (*N.*) und den Blutgefässen (*Bl. G.*), sowie mit der umgebenden Bindegewebskapsel (*Bg.*).

Die von Spencer an dem von ihm aufgefundenen Organ unterschiedenen Schichten sind folgende:

1) Eine innere nicht sehr deutlich begrenzte Schicht, von welcher der Verfasser glaubt, daß sie durch Erhärten und Zusammenziehen der im Innern der Blase enthaltenen Flüssigkeit entstanden ist.

2) Eine Stäbchenschicht. Die Stäbchen sind in dunkelbraunes Pigment eingebettet.

3) Eine zwei- oder dreifache Reihe von Kernen.

4) Eine helle Lage, die keine Farbe annimmt.

5) Abermals eine zwei- oder dreifache Reihe von Kernen.

In der Figur sind diese Schichten mit den entsprechenden Zahlen bezeichnet. In die Blase tritt ein Nerv (*N*) ein, der an ihrem hinteren Abschnitt seine Fasern ausbreitet. Er geht nach hinten in den proximalen Teil der Epiphyse über, resp. er ist als ein Abschnitt dieser selbst zu betrachten, und er setzt sich als proximaler Teil der Epiphyse bis zum Dach des dritten Ventrikels fort. — Gegenüber der Eintrittsstelle des Nerven in die Blase liegt die Linse (*L*), an welcher man eine faserig-zellige Struktur bemerkt. Umgeben ist das Auge von einer Bindegewebskapsel (*Bg*). In dem Zwischenraum zwischen dieser Kapsel und dem Auge verbreiten sich Blutgefäße (*Bl. G.*), deren Stamm zugleich mit dem Nervus opticus in die Augenkapsel eintritt.

Das ganze Organ liegt in der Medianlinie des Kopfes unterhalb des Scheitellochs. Als Scheitelloch (Foramen parietale) bezeichnet man eine im Schädeldach oberhalb der Augen gelegene Öffnung, welche von den Scheitelbeinen umschlossen wird. Dieses Scheitelloch nun ist umgeben von einem Pfropf von Bindegewebe, welches sich in der Umgebung des Auges zu dessen fester Kapsel verdickt.

Ganz ähnlich verhält sich nach der Beschreibung DE GEAAF's das Scheitelauge der Blindschleiche. Man findet auch an ihm dieselben Lagen wieder, welche SPENCER von *Hatteria* beschreibt. Doch bezeichnet DE GRAAF die innere Schicht (1), welche SPENCER durch Gerinnen des flüssigen Inhalts der Augenblase entstanden sein läßt, als Stäbchenschicht. Die darunter liegende Schicht besteht nach DE GRAAF aus Cylinderzellen, welche zum größten Teil von Pigment umlagert, an ihren inneren Enden jedoch von diesem frei sind (vergl. Fig. 4, 2). Über diese Differenzen beider Autoren dürften weitere Untersuchungen bald Aufschluß geben. — Nur ein auffallender und prinzipieller Unterschied ist zwischen den Scheitelaugen von *Hatteria* und *Anguis* vorhanden. Das Auge von *Hatteria* besitzt einen deutlichen Nervus opticus, dem von *Anguis* fehlt derselbe gänzlich, wenigstens wurde er von DE GRAAF nicht aufgefunden.

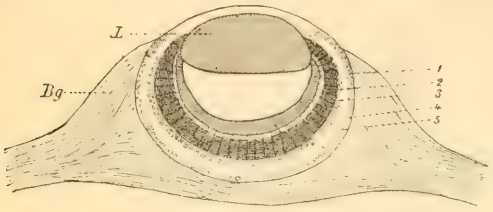


Fig. 4. Querschnitt durch das Parietalauge von *Anguis fragilis* (Blindschleiche). Nach de Graaf.
1. Stäbchenschicht, 2. Cylinderzellen, von Pigment umgeben; 3. 4. und 5. kernhaltige und dazwischen eine helle Schicht wie in Fig. 3. *L.* Linse, *Bg.* Bindegewebe. Die verschiedenen Schichten sind entsprechend bezeichnet wie in Fig. 3.

Vergleichen wir das dritte (unpaare) Auge der Wirbeltiere mit den Augen der übrigen Tiere, so fällt uns auf, daß es, soweit dies aus dem bis jetzt Bekannten zu entnehmen ist, nicht dem Typus der Wirbeltieraugen, sondern vielmehr demjenigen der Wirbellosen entspricht. Bei den letzteren sind bekanntlich die lichtperzipierenden Elemente, die Stäbchen, mit ihren Enden gegen den dioptrischen Apparat gerichtet und so scheint es sich auch mit dem neuentdeckten unpaaren Auge der Wirbeltiere zu verhalten. Die paarigen Augen der Wirbeltiere hingegen zeigen das umgekehrte Verhalten. Die Stäbchen liegen mit ihren freien Enden von den lichtbrechenden Körpern abgewendet. DE GRAAF vergleicht das unpaare Auge der Wirbeltiere mit den Augen der Cephalopoden, Heteropoden und Pteropoden. Wir würden also bei ein und demselben Tiere Augen von den beiden Typen vereinigt sehen, die man bisher geradezu als den Typus der Augen von Wirbellosen und von Wirbeltieren bezeichnete. Gewiß ein höchst bemerkenswertes Verhalten!

DE GRAAF hat auch die STIEDA'sche »Stirndrüse« der Amphibien untersucht, d. h. das abgeschnürte Stück der Epiphyse, welches außerhalb des Schädels unter der Kopfhaut liegt. Er fand dieses abgeschnürte Epiphysenstück von einer bindegewebigen Hülle umgeben und im Innern

fettig degeneriert. An die Hülle heran tritt ein Nerv, jedenfalls derselbe, welcher von Gotte als Stiel der Epiphyse angesehen wurde. Mit Unrecht allerdings, denn eine solche Bedeutung hat er nicht, vielmehr kommt ihm nur diejenige eines Hautnerven zu. Er ist nur ein subkutanes Ästchen des Nervus trigeminus, welches an das abgeschnürte Stück der Epiphyse herantritt. Auch ist dieser Nerv nach de Graaf's Befunden nicht einmal regelmäßig vorhanden. Die »Stirndrüse« würde demnach beim ausgewachsenen Tier nicht mehr mit der Epiphyse in Verbindung stehen.

Wir sehen, daß bei den Amphibien das Scheitelauge sehr rückgebildet und nicht mehr als solches zu erkennen ist. Noch viel weniger ist dies der Fall bei denjenigen Formen, deren Epiphyse nur noch einen ganz unbedeutenden Anhang des Gehirns darstellt, wie ich es schon von den Vögeln und Säugetieren schilderte. Hier ist die Epiphyse ja aus aller Verbindung mit der Außenseite des Kopfes gekommen, ja sie liegt nicht einmal mehr frei an der dorsalen Fläche des Gehirns, sondern ist vom Großhirn völlig überlagert und umschlossen.

Fragen wir uns zum Schluß, welche Bedeutung der Epiphyse, diesem jetzt in den meisten Fällen rückgebildeten und unter der Körperdecke verborgenen Organ in früheren Zeiten zukam, so ist es nach den Untersuchungen von de Graaf und Spencer wohl zweifellos, daß dieses Organ die Funktion eines Auges ausübte. Auch kennen wir Reste fossiler Wirbeltiere, bei welchen dieses Auge möglicher Weise noch funktioniert haben dürfte. Es sind dies die Saurier aus der Zeit der Trias bis zur Kohle. Am Scheitel dieser Tiere findet sich eine ziemlich umfangreiche Öffnung, das schon vorerwähnte Foramen parietale. Dieses Scheitelloch entspricht demjenigen der lebenden Saurier. Bei letzteren liegt nun aber unter dem Foramen parietale das unpaare Auge, wie durch Spencer von *Hatteria* gezeigt worden ist. Der bedeutende Umfang des Scheitellochs der fossilen Saurier scheint darauf hinzuweisen, daß bei ihnen das darunter gelegene Sehorgan noch stärker ausgebildet war und daher vielleicht auch noch funktionierte. — Übrigens ist es von gewissen fossilen Reptilien nachgewiesen, daß unter dem Scheitelloch direkt die Epiphyse lag und daß diese einen so bedeutenden Umfang besaß, wie sie ihn bei keinem der rezenten Wirbeltiere erreicht. Vor kurzem wurde von Cope[1] das Gehirn eines *Diadectes* ähnlichen Sauriers beschrieben, dessen Epiphyse eine solche Lage und eine ganz außerordentliche Größe zeigt. Welchen Vorteil dieses dritte Auge für die Tiere haben konnte, in welcher Weise es funktionirte, ist heute, da wir von ihrer Lebensweise so wenig wissen, freilich schwer zu sagen. Rabl-Rückhard[2] spricht die Vermutung aus, daß die Leistung des vielleicht am Scheitelloch frei zu Tage liegenden Zirbelorgans diejenige eines »Organs des Wärmesinnes war, dazu bestimmt, seine Träger vor der zu intensiven Einwirkung der tropischen Sonnenstrahlen zu warnen, wenn sie in träger Ruhe, nach Art

[1] On the structure of the brain and auditory apparatus of a Theromorphous Reptile of the Permian Epoch. Proceed. of the Americ. Phil. Society. April 1886.
[2] Zur Deutung der Zirbeldrüse. Zool. Anzeiger 1886.

ihrer noch lebenden Vettern, der Krokodile, sich am Strande und auf den Sandbänken der Liassee sonnten«. Rabl-Rückhard kannte, als er diese Vermutung aussprach, noch nicht die komplizierte, völlig einem Auge entsprechende Bildung, welche das distale Ende der Epiphyse in gewissen Fällen zu erreichen vermag. Im Hinblick darauf ist es kaum mehr zweifelhaft, daß das Scheitelauge nicht nur zur Perzeption von Lichteindrücken, sondern sogar zur Erzeugung von Bildern befähigt war, wenn diese auch nicht als so scharfe Abbilder der Außenwelt erschienen wie die durch die paarigen, höher organisierten Augen erzeugten. Es werden den fossilen Sauriern demnach drei Sehorgane zur Verfügung gestanden haben, von denen das mittlere, unpaare schon seiner Lage nach leicht eine andere Bedeutung erlangen konnte als die seitlichen, paarigen Augen. Ich möchte diese Einrichtung mit einer ähnlichen bei den Insekten vergleichen. Viele Insekten besitzen bekanntlich außer den beiden großen Facettenaugen noch einige auf dem Scheitel gelegene sog. Punktaugen, welche eine ganz andere Bildung zeigen als jene und daher auch von anderer Bedeutung sind. Sie dienen nur als eine Art von Ergänzung für die Hauptaugen und eine entsprechende Bedeutung dürfte auch dem Scheitelauge der Wirbeltiere zukommen.

Möglicherweise funktioniert das Scheitelauge auch bei den lebenden Reptilien noch heute, nämlich bei denjenigen, bei welchen es eine so hohe Ausbildung zeigt wie bei *Hatteria* zum Beispiel. Der ausgezeichnete Erhaltungszustand dieses Auges scheint wenigstens darauf hinzudeuten, denn bei einem schon lange rudimentär gewordenen Organ ließe er sich kaum verstehen. Die bloße Verwandtschaft der rezenten Reptilien, welche das Scheitelauge besitzen, mit den fossilen Sauriern dürfte kaum als genügender Erklärungsgrund für die gute Erhaltung des Auges zu betrachten sein, da die Verwandtschaft eine so ganz nahe nicht ist und da beide Verwandte durch ungeheure Zeiträume von einander getrennt sind. Ob das Organ bei den lebenden Reptilien wirklich als eigentliches Auge funktioniert, scheint bei seiner Lage tief im Innern freilich zweifelhaft. Vielleicht ist es nur noch fähig, bloße Lichteindrücke zu perzipieren. Weitere Untersuchungen dürften über diese Fragen wohl Aufschluß geben.

Was nun die phylogenetischen Beziehungen, d. h. die Herkunft des Scheitelauges betrifft, so läßt sich über diese die Vermutung aufstellen, daß sie im Zusammenhang stehe mit dem unpaaren Pigmentfleck am vordern Körperteil des *Amphioxus*, resp. mit dem unpaaren Auge der Ascidienlarven. Doch sind dies eben vorläufig nur Vermutungen.

Mit dem Nachweis, daß die Epiphyse der Überrest eines unpaaren Auges ist, wird eine andere Theorie hinfällig, nämlich diejenige, welche in dem Zirbelschlauch den ursprünglichen Schlund der Wirbeltiere suchte. Der Schlund sollte anfangs, entsprechend dem der wirbellosen Tiere, das Gehirn (obere und untere Schlundganglien bei den Wirbellosen) durchsetzt haben, indem er auf der jetzigen Rückenseite nach außen mündete. Dann hätte natürlich die jetzige Rückenseite die Bauchseite dargestellt und die Lagerung der Organe im Innern des Körpers würde derjenigen der Wirbellosen entsprochen haben. Während das Nervensystem jetzt

dorsal vom Darm (an der Rückenseite) liegt, läge es dann ventral von demselben (an der Bauchseite) u. s. f., kurz der Körperbau der Wirbeltiere würde mit dieser grundlegenden Veränderung in seinen Hauptzügen auf denjenigen der Wirbellosen, d. h. der Würmer- und Gliedertiere, zurückgeführt worden sein. Man sieht ein, welche Wichtigkeit eine solche Theorie für die Ableitung und Erklärung der Wirbeltiere haben müßte, sobald sie genügend begründet wäre. Eine Stütze derselben freilich ist nun mit der Entdeckung des Scheitelauges, d. h. mit der definitiven Aufklärung der Bedeutung der Epiphyse hinweggenommen. Dennoch dürfte die Theorie selbst damit noch nicht verlassen werden, denn es bleibt eben kein anderer Weg übrig, als die Wirbeltiere auf die Wirbellosen und besonders auf die gegliederten Wirbellosen zurückzuführen.

Das Unendliche in Mathematik und Philosophie.

Von

A. Schmitz, Studienlehrer in Neuburg a. d. Donau.

(Mit 3 Holzschnitten.)

Das Unendliche ist für die Mathematik wie für die Philosophie ein Gegenstand wichtiger Erörterung. Während aber die philosophischen Untersuchungen keineswegs einwurfsfreie, allgemein anerkannte Resultate zutage gefördert haben, gewähren die mathematischen Forschungen Ergebnisse von gleicher Unfehlbarkeit, ob sie sich auf endliche Größen beschränken oder Fragen über das Unendliche in ihre Spekulation aufnehmen.

Woher kommt nun dieser Unterschied in der Leistungsfähigkeit der beiden Wissenschaften? Kann nicht die Philosophie auch entweder durch Anwendung der mathematischen Methode oder durch Beschränkung der zu erstrebenden Ziele ein vor Einwänden und Zweifeln gesichertes, wenn auch beschränktes Wissen hinsichtlich des Unendlichen sich erobern?

Es ist von vornherein kein Zweifel, daß die Mathematik ihre Sicherheit in erster Linie ihrer einzig dastehenden Stoffbeschränkung verdankt; denn sie beschäftigt sich nur mit einer einzigen Eigenschaft der Dinge, und zwar mit der allgemeinsten, einfachsten und zweifellosesten — der Größeneigenschaft. So umfangreich das Gebiet der Mathematik ist, so ist doch ihr Inhalt durch das Wort „Größenlehre“ vollständig erschöpft.

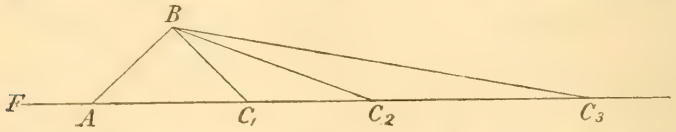
Aber trotzdem ist die Unfehlbarkeit der Mathematik bezüglich des Unendlichen nur eine relative: die mathematischen Gesetze verlieren ihre Gültigkeit, wenn man sie auf das absolut Unendliche anzuwenden versucht; die Mathematik gestattet nur, etwas auszusagen über die Grenz-

werte solcher endlichen Größen, welche von einer unendlich werdenden, d. h. über alles Maß hinaus wachsenden Größe abhängen.

Die zweite Hälfte der vorstehenden Behauptung wird der Mehrzahl der jetzigen Mathematiker vollständig bekannt sein; sie soll jedoch im folgenden genauer erörtert werden mit Rücksicht auf jene Leser, welche, ohne gerade ein speziell mathematisches Fachwissen zu besitzen, sich für die angeregte philosophische Frage interessieren.

Es kann eine Größe von einer andern abhängen, so daß bei Änderung der zweiten die erste sich mitändert; es heißt dann die erste Größe eine Funktion der zweiten; z. B. ist der Zins eine Funktion des Kapitals.

Eine solche Funktion kann auch von mehreren Größen abhängen, z. B. ist der Zins eine Funktion vom Kapital, vom Zinsfuß und von der Ausleihezeit; ändert sich eine der drei letztgenannten Größen, so ändert sich auch der Zins. Es kommt nun vor, daß eine Funktion sich um so weniger ändert, je größere Werte die Größe, von der sie abhängt, annimmt. Dann wird die Funktion einen gewissen Grenzwert nicht überschreiten, wie groß man auch die Größe wähle. Wenn z. B. im Dreiecke ABC die Seite AC immer größer und größer wird, so nimmt auch



ihr gegenüberliegender Winkel immer zu, aber diese Zunahme wird immer unbedeutender, je weiter C hinausrückt. Wird AC über alle Maßen groß, so nähert sich der Winkel ABC immer mehr der Größe des Winkels FAB. Statt dessen sagt man kurz: für $AC = \infty$ wird $\sphericalangle ABC = \sphericalangle FAB$.

Dieses Beispiel macht unsere anfangs aufgestellte Behauptung klar: daß die Mathematik über das Unendliche an sich nichts aussagt, sondern nur über Größen, die von einer unendlich werdenden abhängen. Wenn eine Größe z von zwei unendlich werdenden abhängt, so kann fast niemals der Wert von z bestimmt werden. Ist z. B. $z = \frac{x}{y}$, so existiert für unabhängig von einander ins Unendliche wachsende x und y kein bestimmter Wert z. — Unter Umständen kann die Mathematik auf die Frage: »wie groß ist z?« die Antwort erhalten: »z ist unendlich groß«; aber diese unendliche Größe kann sie dann nicht mehr mit andern von z unabhängigen Größen verbinden.

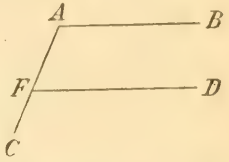
Die Behauptung, daß die Gesetze der Mathematik ihre Gültigkeit verlieren, wenn man sie auf das absolut Unendliche anwenden will, mag manchem Mathematiker befremdlich klingen, sie ist aber sehr einfach zu verifizieren. Es nähert sich z. B. der Wert von $\frac{x+9}{x}$ bei unendlich wachsendem x der Einheit; würde man aber schlechthin $x = \infty$ setzen, so würde aus $\frac{\infty + 9}{\infty} = 1$

folgen: $\infty + 9 = \infty$, was unmöglich ist. Also ist das Unend-

liche dem mathematischen Gesetze: »Quotient mal Divisor = Dividend« nicht unterworfen.

Ein anderes Beispiel:

Die Winkel BAC und DFC sind einander kongruente Figuren; denn sie lassen sich so aufeinander legen, daß kein Teil des einen über den andern herausragt. Diese Winkel sind auch einander gleich, jeder etwa gleich α. Fassen wir aber diese Winkel als unendlich große Räume auf, so ist:



$$\begin{aligned} \sphericalangle BAC - \sphericalangle DFC &= \text{Fläche } BAFD \\ \alpha - \alpha &= \text{Fläche } BAFD \\ 0 &= \infty, \end{aligned}$$

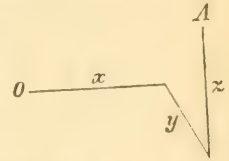
womit die Unbotmäßigkeit des Unendlichen gegen die mathematischen Gesetze aufs neue dargethan ist. Auch das unendlich Kleine ist, als absolut Seiendes betrachtet, der mathematischen Behandlung nicht zugänglich; doch möge das hier übergangen werden, weil es für die philosophischen Zwecke dieses Aufsatzes keine Bedeutung hat.

Hingegen ist hier die Veranlassung gegeben, gewisse neuere mathematische Untersuchungen zu streifen, welche von einigen Mathematikern selbst falsch aufgefaßt wurden und diese Wissenschaft fast in einigen Mißkredit gebracht hätten.

Die Lehre von den n-fach ausgedehnten Mannigfaltigkeiten ist es, welche in den Augen mancher Leute der Mathematik den Ruf ihrer Exaktheit geschädigt hat.

Fast alle geometrischen Eigenschaften der Körper lassen sich durch rechnerische Beziehungen ausdrücken und zwar als Funktionen gewisser gegebener Größen. So ist z. B. die Lage eines Punktes A gegen einen zweiten vollständig bestimmt, wenn man seine Entfernung von O

1) nach rechts (oder links),
2) nach vorwärts (oder rückwärts),
3) nach oben (oder unten)



kennt. Diese Eigenschaft der Dinge, in ihrer gegenseitigen Lage durch drei Abmessungen bestimmt zu sein, heißt »Dreidimensionalität des Raumes«. Wenn nun die Lage von A und O gegeben ist, so sind auch noch zahlreiche weitere geometrische Eigenschaften gegeben, die man eventuell durch Messen finden könnte, z. B. die kürzeste Entfernung AO. Alle derartigen geometrischen Eigenschaften lassen sich auch durch die Werte x, y, z, welche die Lage von A gegen O bestimmen, rechnerisch finden, sie sind also durch algebraische Formen, Funktionen von x, y, z, ausdrückbar. Diese Formen gewähren auch, abgesehen von ihrer geometrischen Bedeutung, ein rein analytisches Interesse und können verallgemeinert werden, indem man sie auf vier oder mehrere Größen ausdehnt. Die Verallgemeinerung der Form $(x + y + z)$ wäre z. B. $(x + y + z + u)$. Wie im Falle der geometrischen Betrachtung durch 3 bestimmte Werte, x, y, z, ein einziger Punkt A gegeben ist, so ist im Falle der Betrachtung von 4 Elementargrößen durch 4 bestimmte

Werte x, y, z, u ein einziges Element A und eine Reihe von A abhängiger Funktionenwerte gegeben, und für A gebraucht man symbolisch auch im zweiten Falle den Namen Punkt, ohne dabei an etwas Geometrisches zu denken. Ebenso hat man weiter für die verallgemeinerten algebraischen Formen die Namen beibehalten, welche den ursprünglichen dreidimensionalen Formen mit Rücksicht auf ihre geometrische Bedeutung zukamen[1] (Krümmungsmaß, Bedingung der Orthogonalität). Die Lehre von den Beziehungen zwischen n-Größen, welche den geometrischen Beziehungen zwischen den Koordinaten eines Raumpunktes nachgebildet sind, heißt: »Lehre von den n-fach ausgedehnten Mannigfaltigkeiten.«

Die Idee, die n-fach ausgedehnten Mannigfaltigkeiten als Räume zu betrachten und dadurch unserm Raume die Eigenschaft der Einzigkeit, Idealität und Unendlichkeit abzusprechen, ist unmathematisch und absurd, und wenn noch einige Mathematiker diese Idee festhalten, so sind sie einem (in das Bereich der Philosophie gehörenden) Irrtum verfallen. Wenn sie diese Idee dadurch zum Ausdrucke bringen, daß sie angeblich geometrische Eigenschaften des vierdimensionalen Raumes diskutieren, daß sie z. B. die Eckenanzahl vierdimensionaler regulärer Körper oder die Bedingung, unter welcher mehrere Ebenen im vierdimensionalen Raum durch einen Punkt gehen, erörtern, so haben sie damit eine erkenntnistheoretisch wertlose, wenn schon rein mathematisch interessante Arbeit geliefert.

Etwas anderes ist es mit den Lobatschewsky'schen Untersuchungen. Diese stellen nämlich fest, welche Eigenschaften jenen Flächen zukommen, auf denen das elfte[2] euklidische Axiom nicht gilt, wohl aber die anderen auch auf der Ebene gültigen Axiome. — Die wirkliche Existenz solcher Flächen hat Beltrami nachgewiesen. — Der erkenntnistheoretische Wert der Lobatschewsky'schen Untersuchungen liegt also in einer Verallgemeinerung der euklidischen Lehren, wie etwa die Algebra manche Probleme in allgemeinerer Form zu lösen vermag als die Arithmetik.

Wir haben also gesehen, daß das Unendliche an sich kein Gegenstand mathematischer Forschung ist und daß die Sicherheit der unfehlbarsten Wissenschaft am Felsen des Unendlichen scheitert. Diese Thatsache muß uns mit erneutem Mißtrauen gegen alle philosophischen Aussagen über das Unendliche erfüllen. Und wenn die Philosophie zu den Mitteln der Mathematik greift, so wird zwar unser Interesse wachgerufen, wie sich die exakteste und die ungebundenste Wissenschaft miteinander vertragen, aber die Hoffnung, daß diese Verbindung eine höhere Wahrheit erzeuge, ist sehr gering.

Wenn der Verfasser dieser Abhandlung im folgenden die höchsten Fragen der Metaphysik streifend zu dem Urteile kommt, daß das Dasein eines persönlichen Gottes, wie es z. B. vom Christentume gelehrt wird,

[1] Auch im gewöhnlichen Leben gebraucht man geometrische Namen, z. B. „Punkt“ im übertragenen Sinne, und schon längst wurden in der Mathematik imaginäre Ausdrücke als „Punkte, Linien“ bezeichnet, ohne daß man damit wirklich existierende Punkte oder Linien meinte.

[2] Dieses lautet: Zwei Gerade in einer Ebene, welche von einer dritten so geschnitten werden, daß die Summe der Gegenwinkel von $2R$ verschieden ist, schneiden sich.

durch die Mittel der reinen Vernunft nicht beweisbar sei, so will er damit keineswegs gegen den Christenglauben Stellung nehmen. Aus der Unbeweisbarkeit der fundamentalen Glaubenslehren folgt nicht etwa, daß das Wissen mit dem Glauben im Widerspruch stehe, sondern nur, daß lediglich der Glaube da eine Ergänzung für unsere Weltanschauung bieten könne, wo die Mittel des Forschers kein Wissen mehr zu erringen im stande sind. —

Die philosophischen Untersuchungeu über das Unendliche gipfeln in der Frage nach der Existenz und dem Wesen der Gottheit. Die Beweise für das Dasein Gottes sind schon oft angefochten, verbessert und wieder verworfen worden. Ein neueres philosophisches Lehrbuch versucht, einen solchen Beweis mathematisch zu führen[1]:

»Entweder hat die Welt ihre jetzige Ordnung aus Zufall erhalten, oder ein vernünftiges Wesen hat sie erschaffen. Nun besteht die Welt aus ungeheuer vielen Elementen. Nennt man ω die Zahl der möglichen Figuren, welche 64 blindlings auf ein Schachbrett gestellte Steine (von verschiedener Form) bilden können, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß man gerade eine bestimmte Figur bilde, um so kleiner, je größer ω ist. Nun ist aber ω eine so ungeheure Zahl, daß die Zahlen für die Fixsternentfernungen dagegen klein erscheinen.« — »Unter mathematischer Wahrscheinlichkeit versteht man nun den Quotienten aus der Anzahl der günstigen durch die Anzahl der möglichen Fälle; findet man für den Eintritt eines Ereignisses die Wahrscheinlichkeit Null, so tritt das Ereignis sicher nicht ein; ergibt sich die Wahrscheinlichkeit 1, so muß es notwendig eintreffen.« — »Die Wahrscheinlichkeit also, daß bei einer unüberlegten Anordnung der 64 Steine eine bestimmte Figur sich ergebe, ist $\frac{1}{\omega}$, und da ω unfaßbar groß ist, so ist $\frac{1}{\omega}$ und somit die fragliche Wahrscheinlichkeit so gut wie gar nicht von Null verschieden und das Eintreten des fraglichen Ereignisses ist geradezu unmöglich.« »Dies gilt um so mehr für die zufällige Existenz einer Weltordnung, weil die Anzahl der Elemente, aus denen sie sich konstituiert, nicht gleich 64, sondern unfaßbar groß ist.« »Also kann die Welt nicht durch Zufall entstanden, sondern sie muß erschaffen sein.«

Dieser Beweis ist kein anderer als der teleologische, mit mathematischen Formeln verbrämt. Es hat nun der gebrauchte Zahlenschmuck allerdings seine Bedeutung gegenüber jenen oberflächlich gebildeten Kreisen, welche irgend eine neue Weltentwickelungshypothese gläubigst in den Mund nehmen und damit allen Glauben durch ein glorreiches Wissen ersetzt zu haben vermeinen. Hinsichtlich der Exaktheit dieses Beweises kommen wir aber bei genauerer Betrachtung zu einem durchaus negativen Resultate.

[1] Dr. Constantin Gutberlet, Theodicee. Münster, Theissing'sche Buchhandlung 1878. Den mathematischen Gottesbeweis hörte der Verfasser zuerst im Jahre 1872 in den Vorlesungen des Herrn Universitätsprofessor Dr. Ritter L. v. Seidel in München. Die oben angeführte Form des Beweises benutzt teils Seidel's, teils Gutberlet's Deduktion, wodurch jedoch das Wesen desselben durchaus nicht beeinträchtigt wird.

Es ist nämlich erstens die Fragestellung des angeführten Beweises eine durchaus verfehlte.

Es sei von jetzt ab nach einiger Zeit eine Lotterie, in welcher unter 300 000 Nummern ein großes Los gezogen werde. Die Wahrscheinlichkeit, daß z. B. 48 das große Los werde, ist $\frac{1}{300000}$. Nun beginne die Ziehung, das große Los werde gezogen und sei wirklich 48. Dann ist die Wahrscheinlichkeit, daß 48 das große Los sei, nicht mehr $\frac{1}{300000}$, sondern 1 und der Schluß, »es wäre äußerst unwahrscheinlich, daß 48 durch Zufall das große Los geworden wäre, und es müßte deshalb diese Nummer mit Absicht ausgewählt worden sein«, dieser Schluß ist durchaus unberechtigt. Ganz Analoges gilt für die Frage nach der Zufälligkeit der Entstehung der Weltordnung.

Für ein außerhalb der Welt stehendes Wesen ist die Wahrscheinlichkeit, daß unter den unendlich vielen Weltordnungen, welche durch Zufall entstehen könnten, gerade die Ordnung A existiert, nicht wesentlich von Null verschieden; aber für einen, der weiß, daß gerade A existiert, ist diese Wahrscheinlichkeit gleich eins und gewährt ihm keinen Anhalt über die Zufälligkeit oder die Erschaffung von A. Auch wenn die Weltordnung nur dem Zufall unterworfen war, so mußte sie notwendig eine oder einige der unendlich vielen möglichen Seinsformen annehmen, die alle vor ihrer Realisierung die Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{\infty}$ und nach ihrer Realisierung unbeschadet ihrer Zufälligkeit die Wahrscheinlichkeit 1 besaßen.

Die richtige Fragestellung für unser Problem wäre folgende:

»Ein vernünftiges Wesen hätte a verschiedene Weltordnungen schaffen und durch Zufall hätten b Weltordnungen entstehen können, endlich c Weltordnungen hätten sowohl durch Zufall, als auch durch Erschaffung entstehen können; welches ist die Wahrscheinlichkeit, daß unsere Welt durch Zufall entstanden ist?

Antwort: $w = \frac{b + c}{a + b + 2c}$*.

Nun sind aber b, c, a unendlich groß (höchstens b könnte gleich Null sein, wenn von den durch Zufall möglichen Weltordnungen angenommen wird, daß sie alle auch erschaffen werden könnten), daher erhält man für w die unbestimmte Form $\frac{\infty}{\infty}$.

Der mathematisch-teleologische Beweis in der oben angeführten Darlegung ist zweitens deshalb ungenügend, weil er die Zeit, welche eine so wichtige Rolle im Wahrscheinlichkeitskalkül spielt, nicht in Rechnung zog.

Wir wollen nun die dem genannten Beweise zu Grunde liegenden mathematischen Gedanken unter Berücksichtigung der hierfür so bedeutungsvollen Zeit verfolgen, dabei aber den schwankenden Boden der Wahrscheinlichkeit mit einem festeren vertauschen, indem wir untersuchen,

* Zahl der günstigen Fälle: $b + c$; Zahl der möglichen Fälle: $a + b + 2c$; denn die c-Fälle müssen 2 mal gezählt werden, 1) für den Zufall, 2) für die Erschaffung.

wann eine Welt, falls sie von einem freien Schöpfer unabhängig sein sollte, eine bestimmte Daseinsform angenommen haben muß.

Sei ω die Anzahl der möglichen Weltordnungen, welche aus der ursprünglich gegebenen Materie durch Zufall hervorgehen können. Wenn die Materie der Quantität nach unveränderlich und nicht absolut unendlich ist, so ist auch ω nicht absolut unendlich, sondern eine zwar unfaßbar große, aber konstante Größe.

Legen wir nun der Materie die Eigenschaft bei, sich planlos (ohne eine außerhalb der Materie auf sie wirkende Kraft) umzuformen, und sei t die Durchschnittszahl der Zeiteinheiten, welche zur Vollziehung einer Metamorphose notwendig sind. Dann ist die Anzahl der nach x Zeiteinheiten schon vorhanden gewesenen Daseinsformen $\frac{x}{t}$. Wenn $x = t\omega$ war, ist, oder sein wird, dann hat der Zufall alle Daseinsformen erschöpft. Nun ist aber ein Anfang der Zeit[1] geradezu undenkbar; denn vor trillionen Jahrtausenden waren schon trillionen Jahrtausende unendlich oftmal verflossen. Daher sind, wie groß ω sein mag, doch schon seit unendlicher Zeit $t\omega$ Jahre verflossen, und es ist nicht nur nicht absolut unmöglich, sondern sogar absolut gewiß, daß, wenn keine göttliche außerweltliche Kraft existierte und die Materie nicht absolut unendlich ist, alle möglichen Weltordnungen nicht nur einmal, sondern unendlich oftmal durch den Zufall erzeugt worden wären!

Aus dieser Deduktion, welche der mathematisch-teleologischen Schlußweise Gutberlet's diametral entgegengesetzt ist, würde aber gerade das, was Gutberlet beweisen wollte, mit zwingender Notwendigkeit folgen, wenn wir über die Endlichkeit der Materie eine absolute Gewißheit hätten.

Wenn die Welt nicht durch eine außer ihr liegende Ursache in der Zeit ihre Entstehung und ihre Gesetze erhalten hat, so muß sie mitsamt ihren naturnotwendigen Gesetzen von Ewigkeit sein. Dann muß sie bereits alle möglichen Phasen der Entwickelung unendlich oftmal durchgemacht haben und es muß sich die Phase, in welcher sie sich jetzt befindet, auch in späterer Zeit unendlich oftmal wiederholen.

Eines der hervorragendsten Naturgesetze ist das Prinzip von der Erhaltung der Kraft. Die Gesamtarbeit, welche die Natur zu leisten vermag, ist eine konstante Größe.

Wenn nun ein Eisenbahnzug von A nach B fährt und dann von B nach A zurück, und es mußten zur Fahrt AB l Krafteinheiten aufgewendet werden, und ebenso l Krafteinheiten zur Fahrt von B nach A (wobei nur die zur Erzeugung der Bewegung verwendete Kraft, nicht aber die in Wärme, Geräusch u. dgl. umgesetzte gerechnet werden soll), so ist der zurückgelegte Weg gleich Null und die hierfür verbrauchte Arbeit $2\,l$. Dieser Teil der Naturkraft ist ganz und unwiederbringlich dahin, um diesen Teil ist das Kraftvermögen der Natur wirklich und wahrhaft vermindert worden. Und solche Verminderungen finden selbst auf unserer kleinen Erde im reichlichsten Maße statt: bei der Beförde-

[1] Der Verfasser schreibt der Zeit und dem Raume keine reale Existenz zu; sie sind ihm nur Begriffe für die unbegrenzte Möglichkeit, daß Dinge nacheinander und nebeneinander existieren.

rung der Wassertropfen, die aus dem Meere durch die Luft, der Anziehungskraft entgegen, in die Berge getragen werden und dann wieder zum Meere eilen, bei der Ernährung der Lebewesen, deren pulsierende Thätigkeit sich in ein Häuflein Asche auflöst, bei den Stürmen, welche die Bäume entwurzeln und die Wogen des Meeres auftürmen[1].

Es kann also die gegenwärtig herrschende Daseinsform der Welt nicht mehr wiederkehren.

Wäre die Materie mit ihren notwendigen Gesetzen von Ewigkeit, so hätte von Ewigkeit ihr konstantes Kräftemaß verbraucht sein müssen, und tot und ohne eine andere Bewegung als die cyklischen der Weltkörper (und auch diese nur, falls der Raum, in dem sie sich bewegen, absolut leer ist) befände sie sich im unendlichen Raume.

Also muß eine außerweltliche Ursache im Laufe der Zeit entweder die Welt erschaffen oder ihr wenigstens ihren Kräftevorrat gegeben haben.

Dieser Schluß scheint den reinen Materialismus, der nur die Materie und ihre notwendigen Eigenschaften anerkennt, als ein unmögliches System zu kennzeichnen; in der That könnte dasselbe einzig dann noch gehalten werden, wenn man annimmt, die Materie sei von unendlicher Größe, dann würde nämlich $x = t\omega = \infty$, und es könnte sein, daß die Weltmetamorphosen eine unendliche nicht periodische Reihe bildeten, daß der Kräftevorrat der Welt weder durch die unendliche Vergangenheit erschöpft worden sei, noch in der unendlichen Zukunft sich erschöpfen lasse, und daß unsere gegenwärtige Daseinsform einzigartig ist, noch niemals auftrat und nie wieder auftreten wird.

Durch die Annahme, daß die Materie und der ihr innewohnende Kräftevorrat unendlich sei, ist der Mathematik der weitere Boden zu Urteilen auf dem philosophischen Gebiete entzogen.

Denn sei λ die (unendlich große) Anzahl der seit dem Beginn der Zeit und der Weltmetamorphosen bis jetzt verflossenen Jahre, und sei y das Jahr, in welchem die letzte neue Metamorphose stattfand (oder stattfinden wird), und haben ω und t die frühere Bedeutung, so ist:

$$y = \lambda - \omega t$$

(Fände sich z. B. $y = 20$, so müßte 20 Jahre vor der Gegenwart die letzte Metamorphose stattgefunden haben; fände sich $y = -20$, so würde dieselbe in 20 Jahren eintreten, und für $y = -\infty$ würde folgen, daß sie niemals eintreten könne.)

Da nun λ und ω unendlich und von einander unabhängig sind — denn die Anzahl der möglichen Seinsformen hängt nur von der Größe der Materie, nicht von dem idealen wesenlosen Zeitbegriff ab — so läßt sich durchaus nicht ein bestimmter Wert von y angeben.

Außer dem bereits behandelten Beweise macht Gutberlet in seiner »Theodicee«, Seite 58, nochmals einen mathematischen Gottesbeweis, der sich durch frappierende Kürze auszeichnet, derselbe lautet:

»Es ist nur ein Unendliches möglich,

[1] Es ist selbstverständlich, daß bei allen erzeugten Bewegungen ein Teil der aufgewendeten Kraft sich in andere Formen umsetzt; aber der Teil der Kraft ist stets verloren, welcher nötig war, um die Bewegung einzuleiten.

»Also ist die Wahrscheinlichkeit w, daß gerade dieses existiert: »$w = \frac{1}{1}$;

»also es existiert gewiß.«

Dieser Beweis hat fast einige Verwandtschaft mit dem bekannten ontologischen. —

Gesetzt in einer Lotterie sind nur Gewinnste.

Ich habe ein Lotterielos.

Also ist die Wahrscheinlichkeit, daß ich gewinne, gleich $\frac{1}{1} = 1$.

Wenn aber die Lotterielose lauter türkische sind und die Ziehung unterbleibt, welche Gewinnchance habe ich dann? — Damit ist der Trugschluß obigen Beweises unzweideutig aufgedeckt. Auch gegen die Prämisse, »es ist nur ein Unendliches möglich,« ließen sich Einwände erheben; jedoch würde dies zu weit in das philosophische Gebiet führen.

Wir haben somit gesehen, daß die Philosophie durch Verwertung der Mathematik nur die einzige Aufklärung über das Unendliche erhalten hat, daß, wenn die Materie das einzige Existierende ist, diese und die ihr innewohnende Kraft von unendlicher Größe sein müsse. Die Frage aber, ob

1) die Materie unendlich und ursachelos

oder

2) die Materie von einer außer ihr liegenden, aber nicht notwendig allmächtigen und persönlichen Ursache beeinflußt werde

oder ob

3) die Ursache alles Seins ein unendlicher persönlicher Gott sei,

kann auch durch mathematische Spekulation nicht der Lösung näher gebracht werden.

Auch die Philosophie wird schwerlich jemals eine allem Widerspruch entrückte Antwort darauf geben können.

Alle Schlüsse nämlich, die wir machen, beruhen in letzter Instanz auf der Erfahrung. Es gibt kein höheres Wissen als das Selbstbewußtsein. Daher kann unser Erkennen nicht über die Erfahrung hinausgehen und die für das Endliche geltenden Gesetze auf das Unendliche übertragen. Gleich unbegreiflich ist uns die Unendlichkeit wie die Endlichkeit des Raumes. Gleich undenkbar ist es für uns, ob wir die Endlichkeit der Materie voraussetzen und jenseits derselben das reine Nichts, oder ob wir die Unendlichkeit, das Nieaufhören der Materie annehmen.

Die Theorie Darwin's und selbst die viel einfachere von Laplace nötigt uns, eine beträchtliche Menge unbegreiflicher Thatsachen hypothetisch als wahr anzunehmen, d. h. zu glauben; aber auch bei der Überzeugung, daß ein persönlicher Gott Ursache der Welt sei, bleiben uns unzählige Rätsel der Weltordnung ungelöst.

Ein christlicher Philosoph wird also unter Verzicht auf einen Beweis die Gottesidee als durch Offenbarung gegeben voraussetzen; würde er die Richtigkeit dieser Idee zu beweisen versuchen, so würde er nur den unlösbaren Knoten zerhauen, den die Frage nach dem Unendlichen bildet.

Während der Blütezeit verschwindende Honigsignale.

Von

E. Loew (Berlin).

Daß die oft sehr auffallend gestalteten und gefärbten Zeichnungen auf honighaltigen Blumen, die sog. Saftmale, die Aufgabe haben, den blumenbesuchenden Insekten den Weg zum Honig anzudeuten, weiß man bereits seit Christian Conrad Sprengel, dem ersten Begründer unserer modernen Blumentheorie. Weniger bekannt dürfte es sein, daß es auch Blumen gibt, bei welchen diese Stellen abweichender Färbung nur in einer beschränkten Periode der Blütezeit auftreten und dann wieder verschwinden. Ein ausgezeichnetes Beispiel für solche von Blumen zeitweilig aufgezogene Honigsignale bietet eine von mir näher untersuchte, im Orient einheimische Borraginee, die *Arnebia echioides* DC. Die zunächst mit *Pulmonaria* verwandte Gattung entwickelt wie letztere zum Zwecke gesicherter Fremdbestäubung ungleichgriffelige (dimorph-heterostyle) Blüten. Die in Rede stehende Art trägt trichterförmige, ziemlich große, schön schwefelgelb gefärbte Blumen, deren Saum sich oberwärts in 5 stumpfe, aufrechte Lappen teilt; die Länge der Röhre mißt ungefähr 17—23 mm, während der Saum einen Durchmesser von 11—25 mm hat. Bei den Exemplaren der einen Reihe (der kurzgriffeligen Form)[1] sind die Blumen auffallend klein und ihre im Innern der Röhre angehefteten Staubbeutel stehen etwa 5 mm höher als der Narbenkopf; bei der anderen Reihe sind die Kronen größer und die Staubgefäße befinden sich in tieferer Stellung unterhalb der Narbe, welche um 4—5 mm die oberen Staubbeutel überragt (langgriffelige Form); die gesamte Griffellänge beträgt im ersten Fall nur 6—7 mm, im zweiten 13—18 mm. Die Staubbeutel sind im Innern der engen Blumenröhre an sehr kurzen Stielen derart befestigt, daß 3 etwas höher, 2 tiefer stehen. Der Griffel trägt oben einen schwach zweilappigen Narbenkopf und entspringt unten aus einem vierteiligen Fruchtknoten, aus dessen Unterlage wie auch sonst bei anderen Borragineen Honig abgesondert wird; nur fand ich immer bloß zwei kleine Nektarienhöcker unterhalb der Fruchtknotenabschnitte mit Honig bedeckt.

Das bei weitem merkwürdigste an unserer Pflanze sind nun die Saftmale. Diese bilden 5 schwarz-violett gefärbte, auf dem gelben Grunde sich scharf abhebende runde Flecken an den Lappeneinschnitten des Kronensaumes und haben genau die Stellung der bei anderen Borragineen

[1] Eine Abbildung der beiden Formen von *Arnebia echioides* findet man in meinem Aufsatz: Über die Bestäubungseinrichtungen einiger Borragineen (in den Berichten der Deutschen Botan. Gesellschaft Bd. IV, Heft 5) auf Tafel 8.

vorkommenden und meist durch abweichende Färbung ausgezeichneten Schlundklappen, welche hohle Einstülpungen am Eingang der Blumenröhre bilden. Auch bei *Arnebia* sind die Saftmalstellen bei jungen Blütenanlagen ursprünglich nabelartig vertieft, wodurch ein merkwürdiger Zusammenhang derselben mit ursprünglich vorhandenen Schlundklappen angedeutet wird, welche hier offenbar nur noch in reduzierter, verkümmerter Form vorliegen. Beobachtet man nun ein- und dieselbe, auf irgend eine Weise, z. B. durch ein umgeschlungenes Fädchen kenntlich gemachte Blüte der *Arnebia* von ihrem ersten Aufblühen an mehrere Tage hindurch, so findet man, daß die Saftmalpunkte in der Regel 1—2 Tage unverändert bleiben, dann aber am zweiten oder dritten Tage blasser erscheinen und nach Verlauf des dritten resp. vierten Tages vollkommen verschwunden sind, um in der gelben Grundfärbung ihrer Umgebung zu erscheinen; die übrige Blüte erscheint dabei völlig frisch und bleibt auch noch mehrere Tage in gleichem Zustande; nur die Blumenröhre erblaßt allmählich, und schließlich schrumpft die Krone zusammen, ohne jedoch sofort vom Kelch abzufallen. Die angegebene Umfärbung der Saftmale war in einer ganzen Reihe von Beobachtungsfällen nach 4 Tagen — allerdings bei heiterem beständigem Wetter — immer beendet; unter veränderten äußeren Umständen könnte sie vielleicht auch einen etwas längeren Zeitraum in Anspruch nehmen. Da der Vorgang an den verschiedenen nach und nach zum Aufblühen kommenden Blütenwickeln der *Arnebia* ungleichzeitig stattfindet, so trägt dieselbe fast stets gefleckte, jüngere und ungefleckte, ältere Blüten an denselben Zweigen; nur gegen Ende der Gesamtblütezeit werden die gefleckten Blüten immer seltener, während diese umgekehrt bei Beginn des Blühens die häufigeren oder auch die allein vorhandenen sind.

Um dem beschriebenen Farbenwechsel aus Dunkelviolett, das dem bloßen Auge fast schwarz erscheint, in Gelb näher auf die Spur zu kommen, war eine mikroskopische Untersuchung der betreffenden pigmentführenden Zellen notwendig. Ich überzeugte mich zunächst durch einige Vorversuche, daß die Umfärbung der Saftmale auch an den Blüten abgeschnittener, in einer feuchten Atmosphäre frisch erhaltener Zweige nach einigen Tagen eintritt. So gewann ich ein Mittel, die in den verschiedenen Färbungsstadien befindlichen Blumen nach bestimmten Zeitabschnitten bequem untersuchen zu können. Es zeigte sich, daß der gelbe Farbstoff der *Arnebia*-Blumen an Plasmakörner des Zellinhalts gebunden ist, während an den dunkel erscheinenden Saftmalpunkten die Zellen außerdem noch einen im Zellsaft gelösten violetten Farbstoff enthalten. Dieser verdeckt anfangs die auch hier vorhandenen Pigmentkörner völlig, mit der Zeit aber zieht er sich nach der Zellwand zurück, wobei die Saftmale für das bloße Auge in schattenartigen Konturen erscheinen, und schließlich verschwindet er völlig, indem nur die gelben, schon von Anfang an vorhandenen Körnchen übrig bleiben, welche die Saftflecken von nun an in der Farbe ihrer Umgebung erscheinen lassen. Auch im dampfgesättigten Raume unterhalb einer Glasglocke trat die Umfärbung der Saftmale meist nach Verlauf von 2—3 Tagen ein.

Es entsteht naturgemäß die Frage, welche Bedeutung diesem sonder-

baren Farbenwechsel der Saftmale zuzuschreiben sei. Wenn man festhält, daß die anfangs vorhandenen schwarzen, auf gelbem Grunde sehr auffallenden Saftflecken wie im allgemeinen so auch hier den Zweck haben, den blumenbesuchenden Insekten den Weg zum Honig anzudeuten, so liegt die Schlußfolgerung nahe, daß mit dem Verschwinden dieser Flecken gegen den Schluß der Blütezeit nichts weiter als ein Signal gegeben sei, welches den Insekten den Verbrauch des Honigs anzeigt und ihnen den zeitraubenden nutzlosen Besuch derartiger Blüten erspart. Man findet nämlich in der That, daß bei unserer *Arnebia* der Honig nur in winziger Menge dargeboten und daher wahrscheinlich auch rasch verbraucht wird, vor allem spricht hierfür die auffallende Kleinheit der Nektarien. Der Name Honigsignale erscheint demnach für derartige farbenwechselnde Saftmale wohl nicht unpassend. Möglicherweise hängt der Farbenwechsel auch davon ab, ob Befruchtung der Blüten eintritt oder nicht; jedoch müssen darüber noch weitere Versuche entscheiden, die ich bei der Spärlichkeit des mir zu Gebote stehenden lebenden Materials bisher nicht habe ausführen können.

Wie kommt denn nun bei unserer *Arnebia* die Bestäubung zu stande? Da das mir als Versuchsobjekt dienende Exemplar des hiesigen botanischen Gartens langgriffelig war und als solches nur Blumen besaß, bei welchen der Narbenkopf über die Staubbeutel hervorragte, und überdies die Blumenkrone nach dem Abblühen längere Zeit, ohne abzufallen, auf dem Kelch stehen bleibt, so ist Autogamie, d. h. Befruchtung durch den Pollen derselben Blüte in unserem Falle vollkommen ausgeschlossen, weil weder bei den angeführten Stellungsverhältnissen Blütenstaub aus den Staubbeuteln von selbst auf die Narbe herabzufallen vermag, noch auch bei dem langsamen Abwelken der Blumenkrone durch etwaiges Vorüberstreifen der Staubbeutel an der Narbe Selbstbestäubung eintreten kann. Die langgriffeligen Blumen der *Arnebia* konnten sich im botanischen Garten somit nur durch Kreuzung befruchten. Da aber kein kurzgriffeliges Exemplar gleichzeitig im Garten vorhanden war und die Kreuzung bei ungleichgriffeligen Pflanzen — z. B. bei *Pulmonaria officinalis* nach Versuchen Hildebrand's[1] — nur dann in der Regel Erfolg hat, wenn Narbe und Blütenstaub ungleicher Formen — also Narbe der langgriffeligen Form und Pollen der kurzgriffeligen oder umgekehrt (legitime Kreuzung) — aufeinander wirken, so müßte man zunächst erwarten, daß in unserem Falle Befruchtung und Samenproduktion der *Arnebia* überhaupt unterbleiben müßte. Dies war auch anfangs meine Meinung, da ich erfuhr, daß von dem in Rede stehenden, im Freien kultivierten und im übrigen vollkommen gesunden Exemplare in vorausgehenden Jahren Samen nicht gesammelt worden seien. Bei näherer Untersuchung fand ich jedoch im laufenden Jahre an dem Exemplar, das diesmal am 1. Mai zu blühen angefangen hatte, am 12. Juni die ersten knochenharten und in Vollreife befindlichen Früchte. Spärlich waren dieselben allerdings, indem nach einer ungefähren Schätzung von je 100 in den Blüten ursprünglich vorhandenen Samenknospen 93,2 unbefruchtet geblieben waren. Die Ausbildung der Früchte

[1] Botanische Zeitung 1865, p. 14.

und Samen, welche letzteren einen völlig normalen Embryo enthielten, läßt keinen Zweifel übrig, daß die langgriffelige Form von *Arnebia echioides* bei Bestäubung mit dem Pollen ebenfalls langgriffeliger Blüten nicht selbststeril ist, sondern nur eine stark geschwächte Fruchtbarkeit zeigt. Übrigens geht auch aus den einschlägigen Versuchen Darwin's[1] hervor, daß illegitime Verbindungen, wie sie bei unserer *Arnebia* stattgefunden haben müssen, alle möglichen Abstufungen verminderter Fruchtbarkeit bis zu völliger Sterilität zur Folge haben.

Schließlich bleibt nur die Frage übrig, welche Insekten für unsere *Arnebia* als normale Bestäuber zu betrachten sind. Zur Beantwortung derselben können wir einerseits aus der gesamten Konstruktion der Blüte ziemlich sichere Schlüsse ziehen, anderseits läßt sich der thatsächliche Besuch von Insekten und der augenscheinliche Erfolg ihrer Thätigkeit an einer im Freien kultivierten Pflanze ohne weiteres direkt beobachten, wenn es auch nicht die absolut gleichen Arten sind, welche hier bei uns und in der Heimat der Pflanze die Bestäubung ausführen. Nach beiden Seiten hin habe ich die Frage ins Auge gefaßt. Die Gesamtkonstruktion unserer *Arnebia*-Blüte mit ihrer ziemlich langen und engen (unten nur etwa 2 mm weiten) Röhre, an deren Grunde der Honig abgesondert wird, deutet auf Anpassung an langrüsselige Besucher, die etwa eine Rüssellänge von 17—21 mm besitzen müssen, um die tiefliegende Honigquelle sich zu Nutze machen zu können. Bei Besuch der Blumen müssen dieselben ihren Rüssel bei dem Vorüberführen an den in der engen Blumenröhre stehenden Staubbeuteln mit Blütenstaub behaften, den sie dann an der hervorragenden Narbe einer demnächst besuchten langgriffeligen Blume teilweise wieder abstreifen. Hiernach und unter Berücksichtigung der Anpassungen, welche die mit *Arnebia* zunächst verwandte Gattung *Pulmonaria* hervortreten läßt, scheint es am wahrscheinlichsten, daß *Arnebia echioides* vorzugsweise der Kreuzung durch langrüsselige Hummeln, nebenher vielleicht auch durch einige Tagfalter unterworfen ist. Diese Vermutung wurde dadurch bestätigt, daß ich zu meiner Freude in einem Fall an den Blüten von *Arnebia* ein Weibchen der langrüsseligen Gartenhummel (*Bombus hortorum*) erfolgreich saugend fand. Da dieselbe einen Rüssel von 19—21 mm Länge besitzt, so war sie nicht nur im stande, den tiefgeborgenen Honig der Blume zu erreichen, sondern mußte auch bei Besuch mehrerer Blüten hintereinander notwendigerweise illegitime Kreuzung derselben bewirken. Damit ist der Kreis der Fragen erschöpft, welche sich unter vorliegenden Umständen an das jedenfalls auffällige Verschwinden der Saftmalflecke von *Arnebia* anknüpfen. Ich hoffe, daß durch dies kleine Beispiel auch der Leser die Überzeugung gewonnen haben wird, wie viele Fragen auf dem Felde der biologischen Forschung noch der Lösung harren und wie leicht es bei einiger Geduld und Beobachtungslust ist, der Natur noch manches ihrer Geheimnisse abzulauschen!

[1] Vgl. Ch. Darwin, Die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art. Deutsche Ausg. von V. Carus, p. 214.

Wissenschaftliche Rundschau.

Philosophie.

Du Bois-Reymond's Weltbild im Rahmen einer modernen Scholastik.

Theodor Weber hat seine kritische Besprechung (Phil. Mon. 1883) der beiden viel gelobten und viel getadelten Vorträge[1] du Bois-Reymond's neuerdings, im Hinblick auf die Entgegnungen[2] des berühmten Physiologen, zu einer eingehenden Kritik[3] von dessen Weltansicht ausgestaltet und zwar zu einer Kritik, in welcher aus dem Wechsel von Anerkennung und Verwerfung der gegnerischen Ansichten allmählich, im Hinblick auf die Günther'sche Philosophie, ein System eigener Positionen herauswächst.

Suchen wir zunächst Weber's Standpunkt durch einzelne Sätze des vorliegenden Werkes ganz im allgemeinen zu charakterisieren! In einer dem Buche beigegebenen Ankündigung heißt es: »Der Verfasser verhehlt sich den scharfen Gegensatz nicht, in welchem seine Schrift in mehr als einer Hinsicht zu den weitaus meisten naturwissenschaftlichen und philosophischen Erzeugnissen der Gegenwart sich befindet, obgleich sie der heutzutage, man darf wohl sagen, fast allgemein rezipierten mechanischen Naturansicht und der mathematisch-physikalischen Methode der Naturforschung ebenfalls durchaus das Wort redet.«

Über diesen scharfen Gegensatz findet man an derselben Stelle die Worte: »Die .... Kritik Weber's führt, namentlich mit Hilfe einer in allen ihren wesentlichen Zügen vollständig durchgearbeiteten und vielfach neuen Erkenntnistheorie, zu einer Auffassung und Begründung der Natur, derzufolge dieselbe als eine wahrhafte Kreatur des ewigen, seiner selbst bewußten Gottes anerkannt werden muß.« Als eine Kreatur! Und die anderen Kreaturen? Im Vorworte des Werkes steht zu lesen: »Experiment und Untersuchung haben den Menschen die Erscheinungen der Natur in einem früher nie geahnten Umfange kennen gelehrt und sie seinen Zwecken dienstbar gemacht, aber der Natur eigentliches

[1] Veit & Comp. in Leipzig. Weber's Besprechung galt der Auflage von 1882.
[2] Neue Auflage der Vorträge.
[3] Emil du Bois-Reymond. Eine Kritik seiner Weltansicht von Theodor Weber. 1885, bei F. A. Perthes in Gotha. X, 266 S. 8°.

und wahres Wesen ist zahllosen, in ihren speziellen Fächern selbst ausgezeichneten Forschern nach wie vor ein verschleiertes Bild, das sie nicht zu enthüllen und recht zu deuten verstehen. Und ähnlich wie mit der Natur verhält es sich auch mit dem Antipoden derselben, dem Geist des Menschen.« Also Natur und Geist bilden die Welt als gegenseitige Antipoden und diese Welt ist eine Kreatur Gottes.

»Es gilt, mit einem Worte,« so heißt es in der bereits citierten Ankündigung, . . . »die Wissenschaft zu christianisieren, und das Gelingen dieses großen Unternehmens ist vor allem bedingt von einer ebenso tiefen als allseitigen und begründeten Erkenntnis der Welt als einer wahrhaften Kreatur Gottes.«

Wer in den landläufigen Vorurteilen befangen ist, wird im Hinblick auf dieses Programm der Weber'schen Arbeiten ohne Zweifel zu der Ansicht gelangen, daß die Rechte der Naturwissenschaft trotz aller Versprechungen auch hier wieder einmal verkümmert werden sollen, wie es schon so oft geschehen. Es scheint daher angemessen, von vornherein zu betonen, daß dies nicht der Fall ist und daß die vorliegenden Untersuchungen durchweg getragen sind von der ausgesprochenen Überzeugung: »Im Umkreise der Natur ist die Materie das letzte, das substanziale und kausale Prinzip, auf das alle wie immer beschaffenen Naturerscheinungen zurückgeführt werden müssen.« S. 13.

Weber hat sich in eine Reihe von Fragen, deren Einzelheiten ihm ursprünglich wahrscheinlich recht fern gelegen haben, mit einer Sorgfalt hineingearbeitet, welche allein schon genügen würde, um ihm zu bezeugen, daß er nur »von einem Interesse geleitet worden ist, der Liebe und Begeisterung für Wissenschaft und Wahrheit«. S. 41. Dieses Interesse hat ihn auch den richtigen Weg geführt, so oft es sich um die Beurteilung physischer Vorgänge handelte.

Merkwürdiger Weise hat aber Weber dafür die Rechte der Psychologie mit einer gewissen Rücksichtslosigkeit verletzt, indem er den psychischen Organismus des Menschen durch einen kräftigen Schnitt in zwei Teile zerlegte, von denen der eine dem andern ferner stehen soll als der Materie. Unser Philosoph faßt nämlich das psychische Leben in seinen niederen Formen auf als ein Erzeugnis der Materie, während die höheren Äußerungen desselben als Thaten des Geistes zu betrachten sind . . . . so dicht steht hier der Materialismus neben einem eigentümlich ausgeprägten Dualismus. Einen Dualismus, welcher die physische Sphäre des Menschen von seiner psychischen trennt, würde ich begreifen und auch bis zu einem gewissen Grade verteidigen, zumal derselbe meiner Ansicht nach das wirklich leisten kann, was Weber mit seinem Dualismus leisten will und was auch ich als Ziel anerkenne, nämlich die Metaphysik im Hinblick auf die Bedürfnisse des religiösen Bewußtseins zu vollenden. Ein solcher Dualismus, wie ihn die Thatsachen, vielleicht als endgültigen Abschluß, vielleicht als Vorstufe eines Monismus, fordern, ist aber für Weber ein Ding der Unmöglichkeit, denn derselbe würde ihn zwingen, auch das Tier dualistisch zu fassen, während er aus gewissen Gründen Mensch und Tier durch eine unübersteigbare Kluft zu trennen gezwungen ist. Daher der wissenschaftlich gar nicht zu rechtfertigende Schnitt, welcher das niedere

Geistesleben ohne Bedenken den Materialisten preisgibt, um das höhere dafür dauernd zu retten. Wegen dieses willkürlichen Schnittes durch den psychischen Organismus dürfte es nicht unangemessen sein, Weber als Scholastiker zu bezeichnen, denn dieser Schnitt ist hervorgerufen durch die gläubig übernommene These: »Der Mensch ist, nach christlicher Ansicht, nicht wie das Tier ein monistisches, sondern ein dualistisches Wesen, die Synthese von Geist und Natur, Seele und Leib.«

Mit diesem Schnitte arbeitet die Erkenntnistheorie des Verfassers, in deren Spiegel die Welt und vor allem die Natur als eine wahrhafte Kreatur Gottes erscheinen soll, und somit sind bereits die grundlegenden Beziehungen seiner Arbeit nicht durch Beobachtung herausgelesen aus den Thatsachen, sondern in diese hineingelegt durch einen Glaubensakt, d. h. dieselben sind nach Art der Scholastiker erfaßt worden.

Es gibt noch einen Punkt, der uns veranlaßt, Weber als Scholastiker zu bezeichnen: dies ist seine Auffassung der Metaphysik und seine aus dieser Auffassung fließende Art zu philosophieren. Weber sagt (S. 239): Metaphysik muß bleiben, was sie jedem hell sehenden und gründlich philosophierenden Kopfe stets gewesen — die Wissenschaft von den Real- und Kausal-Gründen der Erscheinungswelt. Im Hinblick auf diese Definition ist es uns wenigstens verständlich, daß Weber schreiben konnte: »es gilt die Wissenschaft zu christianisieren.« Es handelt sich für ihn um die Schöpfung einer christlichen Metaphysik, welche die Ergebnisse der Wissenschaft anerkennt, wir dürfen nicht sagen in vollem Maße, aber doch in möglichst ausgedehntem Maße, denn Weber hat in bezug auf die Naturwissenschaften eine durchaus richtige Stellung eingenommen, ist aber bei psychologischen Fragen zum Scholastiker geworden.

Weber's Streben nach einem supernaturalistischen Abschlusse ist nicht verlassen von kritischer Einsicht, denn er sagt: »Freilich gibt es einen Supernaturalismus, welcher mit einer freien, voraussetzungslosen und selbständigen Wissenschaft schlechthin unverträglich ist. Er ist derjenige, welcher jedesmal da als Lückenbüßer herbeigeholt wird, wo die Einsicht in die Beschaffenheit und den Zusammenhang der Dinge zu Ende geht.« »Allein nicht jeder Supernaturalismus ist von solcher Art. Es ist denkbar, ja unseres Erachtens sogar gewiß, daß gerade eine möglichst tiefe und richtige Erkenntnis der Natur, ihres Wesens und Lebens, den Denker nötigt, über dieselbe hinauszugehen, sie zu transscendieren.« S. 3 u. 4.

Es handelt sich also für Weber um eine Metaphysik, welche uns ihrer allgemeinen Tendenz nach höchst beachtenswert erscheint, besonders da sie unserer Ansicht nach nicht mit der Anerkennung oder Ablehnung des scholastischen Schnittes durch den psychischen Organismus steht oder fällt. Heißt aber »eine solche Metaphysik schaffen« so viel als »die Wissenschaft christianisieren?« Die Antwort auf diese Frage lautet für Weber »ja«, denn ihm ist die Metaphysik eine Wissenschaft, und daraus erklärt es sich, daß für ihn auch die Wissenschaft der Psychologie von seiner als Wissenschaft gedachten Metaphysik beeinflußt und so von vornherein christianisiert wird.

Was ist aber die Metaphysik, wenn sie keine Wissenschaft ist? Sie ist doch jedenfalls ein Teil der Philosophie! Ist diese nicht Wissenschaft?

An diesem Punkte angelangt, fordert die Auseinandersetzung mit Weber eine Verständigung über die Aufgabe der Philosophie. Da wir in dieser Zeitschrift [1] und auch an anderer Stelle [2] öfters Gelegenheit gehabt haben, diese Frage zu berühren, so können wir uns für diesmal kurz fassen.

Die Philosophie hat die Bruchstücke unseres Wissens zum Ganzen zu gestalten, d. h. sie hat ein Weltbild zu entwerfen, innerhalb dessen der Einzelne seine Stellung zu suchen und zu finden im stande ist. Das Ziel, eine solche in sich geschlossene Einheit aller unserer Kenntnisse herzustellen, ist aber für die Philosophie ein Ideal, solange die Philosophie Wissenschaft bleibt, d. h. die Philosophie vermag dieses Ziel als Wissenschaft nicht zu erreichen und man bedarf deshalb, falls das Ziel selbst berechtigt ist, einer nichtwissenschaftlichen Ergänzung, welche Metaphysik genannt werden kann.

Die Philosophie als Wissenschaft hat eine doppelte Aufgabe, dieselbe ist zunächst Erkenntnistheorie und dann kritische Bearbeitung der wissenschaftlichen Spezialgebiete.

Die Erkenntnistheorie, welche nur auf der Basis des sachgemäß untergeordneten »Cogito« aufgebaut werden kann, weist die Dinge als psycho-physische Organismen nach, stellt das Prinzip der Gesetzmäßigkeit fest, zunächst für die physische Sphäre, dann auch für das Reich des Psychischen, und lehrt die Erscheinungen durch den Begriff der Entwickelung interpretieren.

In der erkenntnistheoretischen Grundlage wurzelt die Kritik der spezial-wissenschaftlichen Ergebnisse, welche die Bruchstücke des Einzel-Wissens zur Einheit des Wissens zu gestalten sucht.

Die Philosophie als Metaphysik wird zunächst nur durch die negative Bedingung bestimmt, daß sie nichts behaupten darf, was irgendwie gesicherten Resultaten der Forschung widerspricht. Metaphysik wird notwendig, falls man zur »Einheit alles Wissens« gelangen will, weil einerseits keine Wissenschaft jemals ganz und gar vollendet ist und weil anderseits die Erkenntnistheorie in der That [3] auf ein jenseits der Erscheinungen liegendes Gebiet hinweist, auf ein Gebiet des Absoluten, welches aber der Erkenntnis nicht zugänglich ist, da es nur in unserer Sprache, in der Sprache der Relation, beschrieben werden kann.

Was ist also Metaphysik? Eine symbolische Erkenntnis, wie sie auch in anderen Zweigen der Kunst vorliegt! Wir kleiden Ideale in unsere Anschauungen, welche nur für Begriffe gemacht sind, und verzweifeln nicht, weil wir nicht die volle Wahrheit haben, denn die Mensch-

[1] Referat über Wundt's Logik. 1885. I, ferner über Siebeck's Geschichte der Psychologie. 1885. II. u. a. m. Außerdem die Artikel in 1885. II und 1886. I.

[2] Die Phil. a deskript. Wiss. Braunschweig 1882. Grundzüge d. Elementar-Mechanik. Braunschweig 1883. Aufsätze in der Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie. 1882. u. a. m.

[3] Hier stimme ich mit Weber völlig überein: Die kategorialen Begriffspaare weisen über das Gebiet der Erscheinungen hinaus.

heit müßte feiern, wenn ihre Ideale in adäquater Weise verwirklicht wären. Um das Unerreichbare erreichbar zu machen, greifen wir zum Bilde und so gilt uns dieses als Symbol der Wahrheit.

Metaphysik ist ein eigenartig gestalteter Zweig der Kunst! **Die Philosophie beginnt als Wissenschaft und endet als Kunst!** Du Bois sagt am Schlusse des Vorwortes, mit dem er seine beiden Vorträge einleitet, daß seine Philosophie auf einen Pyrrhonismus in neuem Gewande hinauslaufe und daß dieser vielen nicht zusage. Er fährt fort: »Mögen sie es doch mit dem einzigen anderen Auswege versuchen, dem des Supernaturalismus. Nur daß, wo Supernaturalismus anfängt, Wissenschaft aufhört.« Wenn es erlaubt ist, das Wort »Supernaturalismus« im Sinne du Bois' durch das Wort »Metaphysik« in unserem Sinne zu ersetzen, so hat du Bois ohne Zweifel recht: die Wissenschaft hört an demselben Punkte auf, an welchem die Metaphysik beginnt — trotzdem können sich beide zu dem Organismus der Philosophie verbinden und in dieser Beziehung schließen sie einander nicht aus, sondern ergänzen sich auf das beste. Daß du Bois persönlich keinen Geschmack an der Metaphysik findet und lieber beim Pyrrhonismus stehen bleibt, schließt nicht aus, daß andere an der Metaphysik mehr Geschmack finden: das Recht auf Metaphysik erkennt auch du Bois an, indem er seine Grenzen des Wissens feststellt.

Du Bois unterschätzt die Metaphysik, weil er ihrer für seine Person nicht bedarf, Weber überschätzt die Metaphysik[1], weil er ihre Bedeutung begreift und einsieht, daß dieselbe vielfach verkannt wird.

Das Häuflein derer, welche sich mit du Bois auf die einsame Höhe des Pyrrhonismus stellen, wird immer klein sein im Vergleich zu der Menge, der es ein tiefes Bedürfnis ist, die Welt der Erscheinungen mit dem Pole des Absoluten auf irgend eine Weise zu verankern: darum ist es eine heilige Pflicht des Philosophen, der Menschheit ihr Recht auf Metaphysik mit aller Kraft zu wahren, während man von dem Spezialforscher allerdings nur fordern darf, daß er es anerkennt.

Indem Weber für das Recht auf Metaphysik eintritt, zeigt er ein weitaus besseres Verständnis für allgemein-menschliche Bedürfnisse als du Bois, der sich genügen lassen will an dem »Wunder dessen, was da ist«. Die Majorität innerhalb der Menschheit versteht diese Genügsamkeit nicht und bedarf deshalb, sobald sie an die Grenzen ihres Witzes gelangt ist, der Metaphysik als eines Haltes, welcher den Einzelnen vor Verzweiflung schützt und ihn abhält, die Interessen anderer zu verletzen.

Du Bois sagt in der Vorrede zu seinen Untersuchungen über tierische Elektrizität: »Wir können uns nicht dazu verstehen, weil uns auf dem einen Wege eine richtige Deutung versagt ist, die Augen zu schließen über die Mängel einer anderen, aus dem einzigen Grunde, daß keine dritte möglich scheint.« Dem gegenüber sagen wir: Es gibt eine dritte Deutung, die Metaphysik ist uns weder eine Wissenschaft, noch ein

[1] Nicht die Ideen, welche in der Metaphysik veranschaulicht werden, denn diese sind das Höchste, was wir haben, und können also gar nicht überschätzt werden.

Spinnen und Träumen, sie ist uns ein Zweig der Kunst, der die Aufgabe hat, die unerreichbaren Ideale erreichbar zu machen, soweit es Symbole gestatten.

Eine solche aus der Wissenschaft herauswachsende Metaphysik ist notwendig, falls man zur »Einheit alles Wissens« gelangen will: dieselbe bildet mit der Erkenntnistheorie und der kritischen Bearbeitung der Spezialwissenschaften das Ganze der Philosophie.

Hat nun Weber für eine solche Metaphysik gearbeitet oder hat seine scholastische Schätzung der Metaphysik auch seine metaphysischen Leistungen für uns durchaus ungenießbar gemacht? Wir sind der Ansicht, daß Weber einen ganz befriedigenden Abschluß gewonnen haben würde, wenn er den verhängnisvollen Schnitt durch den psycho-physischen Organismus vermieden hätte. Daß aber dieser Schnitt, der uns übrigens nicht unheilbar zu sein scheint, nicht vermieden wurde, das liegt an Weber's ganzer Art zu philosophieren — auch hier zeigt sich ein Rest von Scholastik.

Die moderne Wissenschaft hat einen besonderen Charakter, welchen man im Gegensatz zu aller und jeder Spekulation als deskriptiv bezeichnen kann, allerdings nicht ohne eine gewisse einseitige Betonung[1]. In diesem Sinne scheint uns auch du Bois von der Zergliederung der Erscheinungswelt zu sprechen[2], welche das Ziel seiner naturphilosophischen Arbeiten bilden soll.

Sicherlich hat die Philosophie, soweit sie Wissenschaft ist, denselben deskriptiven Charakter, welcher den Spezialwissenschaften eigen ist: es handelt sich darum, gründlich zu analysieren und die Ergebnisse der Analyse[3] zu verwenden, ohne sie sofort mit metaphysischem Beiwerke zu umhüllen. Wenn Weber diesen deskriptiven Charakter der modernen Wissenschaft beachtet hätte, so würde er nicht nur mit Sicherheit jenen falschen Schnitt durch die Psychologie vermieden haben, sondern er würde wahrscheinlich auch seiner Absicht gemäß insofern über du Bois hinweggeschritten sein, als er für dessen Weltbild einen passenden metaphysischen Rahmen gefunden hätte. Wir sagen »wahrscheinlich«, denn Weber hat in der That bei du Bois einen Punkt getroffen, wo der Hebel angesetzt werden kann: man vermag selbst an der Schwelle der Metaphysik nicht stehen zu bleiben bei einem Konglomerat von Atomen mit Zentralkräften.

Eine gründliche Analyse der Erscheinungswelt, ausgehend vom Cogito, hätte Weber belehren müssen, daß man den Stoffbegriff ganz und gar zu verflüchtigen im stande ist, ohne damit der Wissenschaft irgendwie eine Stütze zu rauben: die materielle Sphäre der Welt stellt sich auf diesem Standpunkte dar als ein System von energie-begabten Bewegungen.

Was aber von außen betrachtet ein System von energie-begabten

[1] Vgl. außer meiner „Philosophie als deskriptive Wissenschaft" auch die Anmerkung in Kosmos 1885. S. 141.

[2] Vorwort zu seinen beiden Vorträgen.

[3] Elemente sind dabei aber nicht bloß die Bausteine, sondern auch Klammern und Mörtel.

Bewegungen ist, das ist von innen gesehen ein System psychischer Vorgänge.

So stellt sich die Welt dar als ein psycho-physischer Organismus, dessen Lebenserscheinungen in ihrem Wesen nicht erfaßt werden können, weil jede derselben sozusagen unserem Ich entweder ihre innere Seite oder ihre äußere Seite zuwendet. Gestellt in diese Welt der Relationen faßt unser Ich auf der letzten Stufe der wissenschaftlichen Erkenntnis die Idee des Absoluten.

Diese Idee mit der Welt der Relationen zu verbinden, ist Sache der Metaphysik[1].

Weil Weber die Metaphysik für eine Wissenschaft hält, so hat er auch die Art zu arbeiten, welche auf dem Gebiet dieser vermeintlichen Wissenschaft Mode ist, bei weitem überschätzt, und deshalb wiederum hat er auch den klaren Blick für die Lebensäußerungen wirklicher Wissenschaft, der ihm im allgemeinen durchaus nicht fehlt, des öfteren verloren.

Wir halten Weber's Standpunkt für recht reformbedürftig, aber auch für recht reformfähig . . . der neuformierte Schnitt muß zunächst fortfallen. Vorläufig ist Weber's Philosophie — Scholastik, aber sie ist eine moderne Scholastik, denn sie hat das Prinzip der Gesetzmäßigkeit für die materielle Sphäre der Welt anerkannt.

Wir gehen nun dazu über, die Kontroverse zwischen du Bois und Weber an einzelnen Stellen des näheren zu beleuchten und beginnen zunächst mit einem kurzen Referate über die beiden Vorträge du Bois', durch welche Weber's kritischer Versuch veranlaßt wurde.

§ 1.

Der erste Vortrag (1872) von du Bois-Reymond bedarf keiner eingehenden Würdigung mehr, seitdem F. A. Lange in seiner Geschichte des Materialismus die Analyse desselben in nahezu vollendeter Weise gegeben und die mannigfaltigen Beziehungen seiner Grundgedanken auf den verschiedensten Gebieten aufgesucht und verfolgt hat.

Das Thema dieses Vortrages ist klar gestellt und scharf erfaßt, es handelt sich um die Grenzen des Natur-Erkennens.

»Natur-Erkennen«, definiert du Bois, »oder Erkennen der Körperwelt, mit Hilfe und im Sinne der theoretischen Naturwissenschaft — ist Zurückführen der Veränderungen in der Körperwelt auf Bewegungen von Atomen, die durch deren von der Zeit unabhängige Zentralkräfte bewirkt werden.«

In Erinnerung an Leibniz, an d'Alembert und vor allem an Laplace gelangt du Bois zu der folgenden, äußerst glücklich gewählten Definition: »Ich nenne astronomische Kenntnis eines materiellen Systems solche Kenntnis aller seiner Teile, ihrer gegenseitigen Lage und ihrer Bewegung, daß ihre Lage und Bewegung zu irgend einer vergangenen und zukünftigen Zeit mit derselben Sicherheit berechnet werden kann, wie Lage und Bewegung der Himmelskörper bei vorausgesetzter unbedingter Schärfe der Beobachtungen und Vollendung der Theorie.«

[1] Vgl. bei Weber S. 253 u. 254. Ist dieser Gedanke als erstes Ergebnis, wir sagen nicht als Abschluß wirklich so thöricht?

Die Grenzen unseres Natur-Erkennens lassen sich nun scharf bestimmen durch die Einsicht, daß astronomische Kenntnis eines materiellen Systems die vollkommenste Kenntnis ist, die wir von dem System erlangen können, und zwar werden uns diese Grenzen des näheren gegeben durch eine sachgemäße Beantwortung der beiden Fragen:

Dürfen wir eine solche Kenntnis für die ganze Körperwelt voraussetzen, ohne die Qualität unserer, bereits vorhandenen, Kenntnisse verändert zu denken?

Wie weit führt uns eine solche Kenntnis im besten Falle?

Die erste Frage fordert die Antwort, daß wir nicht im stande sind, die Elemente der Körperwelt in anschaulich-begrifflicher Form zu erfassen, daß sowohl das Wesen der kräftebegabten Atome als auch der Ursprung ihrer gesetzmäßigen Bewegungen für uns kein Gegebenes ist: hier stehen wir an der ersten Grenze unseres Erkennens.

Wollte man nun diese Elemente trotz alledem für einen Augenblick als gegeben denken und somit die astronomische Kenntnis der ganzen Körperwelt voraussetzen, so würde zwar die materielle Sphäre der Welt, d. h. das physische Ganze derselben im Gegensatz zu allen psychischen Erscheinungen, zur Zufriedenheit unseres Kausalitätstriebes erklärt sein, aber es würde uns dabei keineswegs im Seelenorgane der niedersten Tiere, geschweige denn im Gehirn des Menschen etwas anderes enthüllt als bewegte Materie.

Mit großer Klarheit sagt du Bois: »Ein aus irgend einem Grunde bewußtloses, z. B. ohne Traum schlafendes Gehirn, astronomisch durchschaut, enthielte kein Geheimnis mehr, und bei astronomischer Kenntnis auch des übrigen Körpers wäre die ganze menschliche Maschine, mit ihrem Atmen, ihrem Herzschlag, ihrem Stoffwechsel, ihrer Wärme u. s. f., bis auf das Wesen von Materie und Kraft völlig entziffert. Der traumlos Schlafende ist begreiflich, soweit wie die Welt, ehe es Bewußtsein gab. Wie aber mit der ersten Regung von Bewußtsein die Welt doppelt unbegreiflich ward, so wird auch der Schläfer es wieder mit dem ersten ihm dämmernden Traumbild.«

Hier stehen wir vor der anderen Grenze der Natur-Erkenntnis: das Bewußtsein läßt sich auch auf der niedersten Stufe nicht aus materiellen Vorgängen begreifen.

Die eigenartige Behandlung dieser zweiten Grenze ist es, was unserer Ansicht nach dem Vortrage du Bois' seine ausgebreitete und tiefgehende Bedeutung gegeben hat, vornehmlich in einer Zeit, welche zum großen Teil die Existenz dieser Grenze entweder überhaupt nicht kannte oder dieselbe frischweg zu verleugnen gewohnt war.

Der Vortrag du Bois' ist zwar keine Kantische That, aber er mußte vielen als solche erscheinen, da die Philosophie fast überall beiseite geschoben worden war, während die philosophierenden Naturforscher außerhalb ihrer Spezialgebiete durch ihren Mangel an Vorbegriffen und ihre Unwissenheit im wirklich Geleisteten an jedem Fortschritte gehemmt wurden.

Jeder Organismus ist, abgesehen von seinem psychischen Leben, nur ein besonders vielgestaltiger und schwer zu enträtselnder Mechanis-

mus, aber selbst bei astronomischer Kenntnis der gesamten Körperwelt fällt damit nicht einmal ein Schein des Verständnisses in das Gebiet des Bewußtseins: das ist die große Wahrheit, welche in geradezu klassischer Weise von neuem interpretiert zu haben, nicht als das geringste Verdienst unter den vielen Verdiensten des großen Physiologen zu gelten hat.

Um so wunderbarer scheint es mir, daß DU BOIS dabei stehen geblieben ist, »die Seelenthätigkeit als **Erzeugnis** der materiellen Bedingungen im Gehirn hinzustellen,« und nicht dazu gelangt ist, die psychischen Vorgänge lediglich als **Geleit-Erscheinungen** der physischen Bewegungen aufzufassen, ohne über deren Beziehungen mehr vorauszusetzen als eine weitgehende Korrespondenz oder Parallelität. Aus einer an sich wohl begründeten Besorgnis vor dem älteren Dualismus scheut sich DU BOIS, hier zunächst den Dualismus des Physischen im Psychischen anzuerkennen, um von dem Standpunkt dieser Anerkennung aus weitere Schlüsse zu machen.

Der Geist bleibt für DU BOIS ein Erzeugnis der Körperwelt und nur die Art der Erzeugung ist ihm ein ewiges Geheimnis. Sind deshalb die Gegner allzuheftig zu tadeln, wenn sie von dem Materialismus DU BOIS' sprechen? Freilich hat DU BOIS die Vorstellungen des Materialismus im Hinblick auf die Widersprüche der Korpuskular-Philosophie als Surrogat einer Erklärung bezeichnet, freilich hat er in Erinnerung an PAUL ERMANN geäußert, daß wir nie besser als heute wissen werden, was hier, wo Materie ist, im Raume spukt, freilich läßt er damit zu, ein X zu postulieren, in dessen Regungen wir zunächst nur gesetzmäßige Bewegungen kräftebegabter Atome sehen, und gestattet somit, den Begriff der Erscheinung einzuführen! Freilich, aber das Psychische bleibt trotz aller Grenzen ein Erzeugnis des Physischen!!! Kann man diese Beziehungen nicht umkehren? Kann man nicht zunächst bei der Korrespondenz der beiden Gebiete stehen bleiben? DU BOIS sagt höchst treffend: »Man denke sich alle Atome, aus denen Cäsar in einem gegebenen Augenblick, am Rubicon etwa, bestand, durch mechanische Kunst mit einem Schlage jedes an seinen Ort gebracht und mit seiner Geschwindigkeit im richtigen Sinne versehen. Nach unserer Anschauung wäre dann Cäsar geistig wie körperlich wieder hergestellt.«

Gewiß! es gilt aber auch folgendes: Man denke sich Cäsar's Seele — wir verstehen unter diesem Worte hier lediglich eine bestimmte Einheit von psychischen Vorgängen — in die Beziehungen zurückversetzt, welche sie in einem gegebenen Augenblick, am Rubicon etwa, hatte. Nach unserer Anschauung wäre dann Cäsar körperlich wie geistig wieder hergestellt. Freilich ist das erstere anschaulicher als das letztere, außerdem liegt jenes dem Naturforscher näher, dieses dem Psychologen.

Der Gedanke an die Parallelität des Physischen und des Psychischen fordert allerdings eine Erweiterung bestimmter Ansichten. DU BOIS sagt: »Wo es an den materiellen Bedingungen für geistige Thätigkeit in Gestalt eines Nervensystems gebricht, wie in den Pflanzen, kann der Naturforscher ein Seelenleben nicht zugeben, und nur selten stößt er hierin auf Widerspruch.« Unserer Ansicht nach ist das zu viel behauptet: bei dem jetzigen Stande seiner Wissenschaft wird der Naturforscher allerdings

nicht Veranlassung finden, da für ein Seelenleben einzutreten, wo kein Nervensystem korrespondiert, aber zulassen darf und muß er auch weitergehende Hypothesen, falls sie ihm nur seine Kreise nicht stören. Muß Bewußtsein etwa a priori auf allen Stufen einem Nervensystem parallel gehen? Anstatt also ohne weiteres in dem Fahrwasser dieser oder jener Partei das Physische als Erzeugnis des Psychischen oder das Psychische als Erzeugnis des Physischen anzusehen, halten wir uns zunächst an die erwiesene Thatsache der Korrespondenz geistiger Vorgänge aus materialen Bewegungen.

Auch von hier aus führt ein Weg zum Monismus ... wir fassen mit Du Bois die Welt auf als ein Uhrwerk, aber als ein Uhrwerk mit zwei Zifferblättern.

Diese Auffassung wird allerdings bedingt durch die Ansicht, daß die Atome als »Rechenmarken der Theorie« eine äußerst nützliche, aber nicht unentbehrliche Fiktion der Wissenschaft gewesen sind. Tritt doch heute mit Glück das Volumen-Element der kontinuierlich gedachten Körper an die Stelle der diskreten Atome! Mit Recht sagt F. A. Lange von der mathematischen Physik: »Steht aber erst die Gleichung da, so hört auch jede sinnliche Vorstellung auf, irgend eine Rolle zu spielen. Die Kraft ist nicht mehr die Ursache der Bewegung und der Stoff nicht mehr die Ursache der Kraft; es gibt dann nur noch einen bewegten Körper und die Kraft ist eine Funktion der Bewegung.«

Diese Vorstellung mußte man unserer Ansicht nach von der mathematischen Physik ganz und gar übernehmen: die Kraft ist überhaupt nur ein Maß der energie-begabten Bewegung und diese selbst ist das letzte, zu welchem unsere Zergliederung des Objektes vordringen kann.

Könnten wir alles psychische Leben aus der Erscheinungswelt herausnehmen und dieselbe trotzdem selbst beobachten, so würde sie sich uns darstellen als ein System von energie-begabten Bewegungen, nicht aber als ein Konglomerat von selbständigen Atomen.

Wir kommen auf diesen Punkt im Verlaufe unserer Abhandlung noch zurück und begnügen uns hier, einerseits auf die kritische Würdigung der Atomistik von Kurd Lasswitz[1] hinzuweisen und anderseits eine Beurteilung derselben anzuführen, mit welcher wir das Vorwort zu unseren Grundzügen der Elementar-Mechanik[2] beginnen ließen.

»So wenig man einerseits den Wert der atomistischen Weltanschauung für die Entwickelung unseres wissenschaftlichen Lebens leugnen kann, so wenig kann man sich anderseits der Thatsache verschließen, daß die Rolle derselben bereits ausgespielt ist.

Jene Anschauung gestattete, vermöge ihrer großartigen Einseitigkeit, die Gesetzmäßigkeit, welche hier und da im Verlaufe des Geschehens beobachtet wurde, überall vorauszusetzen, so daß ihre Vertreter wohl geeignet waren, unbekümmert um die Bedürfnisse der großen Menge, für die Anerkennung des Prinzips der Gesetzmäßigkeit zu kämpfen.

[1] Braunschweig 1878 bei Vieweg.
[2] Braunschweig 1883 bei Schwetschke.

Da man heute kaum mehr zu leugnen geneigt ist, daß die Voraussetzung einer unbeschränkten Gesetzmäßigkeit die erste Bedingung wissenschaftlichen Arbeitens ist, so hat der Atomismus seine kulturgeschichtliche Mission erfüllt, und darum ist es an der Zeit, mit seiner metaphysischen Voraussetzung ein für alle Male zu brechen.

Die zeitgenössische Philosophie hat bei ihrem »Rückgange auf Kant« gelernt, daß der Kritizismus in seiner Ausgestaltung die erkenntnistheoretische Grundlage unserer Weltanschauung bilden muß, und daß infolgedessen atomistische Formeln höchstens noch als eine Zeichensprache aufgefaßt werden können, welche gewisse Erscheinungsgebiete mit leidlichem Glücke zu beschreiben gestattet.

Wenn der Atomismus aber nur noch als ein Schema für die Darstellung haltbar ist, so liegt es nahe, zu untersuchen, ob es nicht noch andere solche Schemata gibt, welche einen gleichen oder vielleicht auch einen größeren Nutzen gewähren und welche außerdem frei sind von der gefährlichen Verwandtschaft mit dem Materialismus.

Solche Fragen werden unter den Vertretern der Naturwissenschaften allen denen am Herzen liegen, welche mit ganzer Kraft für den Idealismus einzustehen bereit sind, mag er nun in dieser oder jener Gewandung auftreten.«

§ 2.

Der zweite Vortrag (1880) von du Bois-Reymond fügt dem Gedankenschatze des ersten, außer einigen interessanten Bemerkungen über das Problem der Willensfreiheit, nur weniges hinzu, sichert aber den dort gewonnenen Standpunkt nach verschiedenen Richtungen. Die eingehende Diskussion in bezug auf einzelne typische Einwendungen von Gegnern ist vor allem lehrreich für die Beurteilung der Kreise, auf welche du Bois' That wirkte, sie zeigt, wie schon im allgemeinen die Einsicht durchdrang, daß der in unendlicher Vergangenheit angeknüpfte Faden des Verständnisses noch nicht bei der Entstehung des Lebens abreißt, sondern erst beim Auftreten des Bewußtseins.

Die Formulierung der Welträtsel in ihrer Siebenzahl scheint mir nicht glücklich . . . ich kleide dieses Urteil absichtlich in subjektive Gewandung, weil ich längst gewohnt bin, mir alle Stufen des Bewußtseins als eine Entwickelungsreihe zu ordnen, und stets gesucht habe, mich mit dem Probleme der Willensfreiheit und der Thatsache der zweckmäßigen Gestaltung der Welt wenigstens zu meiner Zufriedenheit abzufinden. Schlechthin unlösbar sind nach du Bois folgende Welträtsel:

1) Das Wesen von Materie und Kraft.
2) Der Ursprung der Bewegung.
3) Das Entstehen der einfachen Sinnesempfindung.
4) Die Frage nach der Willensfreiheit, wofern man sich nicht entschließen kann, die letztere überhaupt zu leugnen und das subjektive Freiheitsgefühl für Täuschung zu erklären.

Bedingungsweise lösbar sind dagegen folgende:

5) Die erste Entstehung des Lebens.
6) Die anscheinend absichtsvoll zweckmäßige Einrichtung der Natur.
7) Das vernünftige Denken und der Ursprung der damit eng verbundenen Sprache.

Für mich, bez. für alle, welche meinen Standpunkt in bezug auf diese Fragen teilen, würde demnach nur übrig bleiben das hier in 1) und 2) zerlegte Doppelproblem von vorhin, d. h. die Frage der ersten Grenze des Natur-Erkennens und die hier in 3) von neuem formulierte zweite Grenze.

Wir würden somit wiederum auf dem Boden des ersten Vortrages stehen, allerdings bereichert durch diesen oder jenen Aufschluß in bezug auf die in Rede stehenden Fragen.

§ 3.

Die beiden Vorträge du Bois' wurden von Theodor Weber, wie schon erwähnt, in den philosophischen Monatsheften (1883) recensiert. Die Kernpunkte der Kritik geben wir in Weber's eigenen Worten wieder.

»Einzig und allein dem Umstande, daß du Bois die Wissenschaft unserer Tage mit einem neuen, zutreffenden, in das innerste Wesen der Natur erst einführenden Begriff der Materie zu bereichern nicht verstanden, ist es auch zuzuschreiben, daß er keinen Weg entdeckt, der ihn aus der Natur und über dieselbe hinaus und zu Gott, dem Schöpfer der Natur, hinüberführt, oder mit anderen Worten, daß ihm, wie wir gehört, der Supernaturalismus mit dem Ende aller Wissenschaft in eins zusammenfällt.« S. 9.

»Daß ihm aber die Erkenntnis der Materie nach ihrer wahren Beschaffenheit und ihrem tiefsten Wesen noch nicht gelang und auch nicht gelingen konnte, liegt wieder in der von ihm als Naturforscher beobachteten und notwendigerweise zu beobachtenden Untersuchungsmethode.« S. 11.

Und worin besteht diese? Eine andere Stelle gibt uns Auskunft: ..... »weil ihm als Naturforscher die objektive Zergliederung der Erscheinungswelt, nicht aber die Zergliederung unserer subjektiven Bewußtseinserscheinungen als die hauptsächlichste von ihm zu bearbeitende Aufgabe zufiel.« S. 15 u. 16.

Bleiben wir für einen Augenblick bei dieser Kritik stehen, ohne die Positionen des Kritikers zu berühren und ohne darauf einzugehen, daß Weber bei seiner Ausführung die du Bois'sche Auffassung der Elemente der Körperwelt nicht ergriffen hat, weil er sich durch die Vieldeutigkeit des Wortes »Substanz« täuschen ließ! Die großen Züge der Kritik billigen wir vollkommen: nur vom »Cogito« aus läßt sich, wenn überhaupt, die erste Grenze des Natur-Erkennens verschieben oder gar aufheben.

Du Bois bekennt selbst am Schlusse der Vorrede: »In der objektiven Zergliederung der Erscheinungswelt [1], wie diese Untersuchungen sie sich vorsetzen, sehe ich eine notwendige Ergänzung der Erkenntnistheorie.«

[1] Lautete diese Stelle nicht besser: In der Zergliederung der objektiven Erscheinungswelt .....?

Man sieht also daß du Bois die Erkenntnistheorie nicht etwa ersetzen, sondern daß er sie ergänzen will: auf dem Wege vom Objekte aus, welcher für den Naturforscher gangbarer ist, sollen Erkenntnisse gesammelt werden, welche sich zu einem Ganzen zusammenschließen mit den Erkenntnissen, die der Psychologe auf dem Wege vom Subjekte aus aufnimmt.

Warum betont aber du Bois nicht, daß die Atome für uns nur noch Rechenmarken der Theorie sind? Warum behandelt er die Einführung des Volumen-Elementes nicht mit größerer Lebhaftigkeit? Warum sucht er nicht von seiner Seite aus dem Psychologen die Arbeit zu erleichtern, so daß dieser, um mit F. A. Lange zu reden, in den Stand gesetzt wird, von der Empfindung aus die Schranken des Natur-Erkennens zu durchbrechen?

Für »sein Natur-Erkennen« hat du Bois mit großer Schärfe die Grenzen gezogen! Bedarf aber jedes Natur-Erkennen der Atome und ihrer Zentralkräfte als letzter Elemente der Darstellung? Hat du Bois nicht selbst in seiner berühmten Vorrede (1848) gesagt, daß sich das Weltganze vor unserem Denken in bewegte Materie auflöst? Kommen wir nicht aus mit der energiebegabten Bewegung und mit deren Parallelerscheinung, dem psychischen Vorgange? Läßt sich nicht vielleicht schließlich der Begriff der Materie aus Bewußtseinserscheinungen begreiflich machen?

Die objektive Zergliederung der Erscheinungswelt führt freilich für sich allein zu einem Pyrrhonismus[1] in neuem Gewande! Ob dieselbe aber als Ergänzung der Erkenntnistheorie, im Verein mit dieser, nicht weiter führt, das ist jedenfalls nicht a priori zu beantworten.

Braunschweig. Dr. A. Wernicke.

(Schluß folgt.)

Zoologie.

Zur Phylogenie der Cetaceen[2].

Das untengenannte Werk bietet eine hauptsächlich auf anatomischer und zum Teil auf histologischer Grundlage ruhende Bearbeitung der schon früher vielfach, aber leider nicht mit dem günstigsten Erfolg behandelten Frage nach dem Ursprung der Fischsäugetiere. Die früheren Bearbeiter der Cetaceen, die Murie, Flower, Turner, Huxley, P. J. van Beneden waren über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Cetaceen zu sehr verschiedenen Schlüssen gekommen. Die einen ließen die Fischsäugetiere mit den Pachydermata verwandt sein, die anderen leiteten sie von den

[1] Das Wort ist in der That passender gewählt, als Weber ursprünglich meinte, denn für du Bois ist ja das Natur-Erkennen nur Surrogat. Vgl. Anmerkung 1 und 12 bei Weber.

[2] Max Weber (Amsterdam): Studien über Säugetiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen. Jena, G. Fischer. 1886. Mit 4 Tafeln und 13 Holzschnitten. ca. 250 Seiten.

Ungulaten überhaupt ab. Noch andere fanden Ähnlichkeit im Bau der Cetaceen mit den Karnivoren im allgemeinen und spezielle verwandtschaftliche Beziehungen zu den Robben. Von allen diesen Auffassungen war man geneigt diejenige für die wahrscheinlichste zu halten, welche für die Verwandtschaft der Cetaceen mit den Huftieren spricht. Wir werden in dem Folgenden sehen, daß der Verfasser zu ganz anderen Resultaten gelangt.

Jedenfalls war die Frage, welche eine so verschiedenartige Beantwortung erfahren konnte, einer erneuten Behandlung wert. Die Behandlung nun, welche ihr der Verfasser angedeihen läßt, ist von der bisherigen Art und Weise insofern verschieden, als er vor allem die Weichteile untersuchte. Bis dahin waren dieselben ziemlich stiefmütterlich behandelt worden; denn die bisherigen Cetaceenforscher beschäftigten sich vor allem mit dem Skelett der Tiere. — Die Gelegenheit, Cetaceen zu untersuchen, bot sich dem Verfasser durch Strandung zweier Wale (*Hyperoodon rostratus* und *Globiocephalus melas*) an der holländischen Küste. Außerdem machte der Verfasser Beobachtungen an Bartenwalen, welche er am klassischen Fangplatze dieser Tiere, nämlich in Vardö in Norwegen, aufsuchte.

Bevor er auf die Cetaceen selbst eingeht, gibt Prof. Weber einige Beiträge über den Bau und die sonstige Beschaffenheit der Haut von *Hippopotamus*, wie er überhaupt noch verschiedene andere im Wasser lebende Säugetiere (Seehund, Biber, Fischotter) in den Kreis seiner Untersuchungen zieht, um an denselben die Anpassungsverhältnisse an das Wasserleben mit den entsprechenden Erscheinungen bei den Cetaceen zu vergleichen.

Aus der Histologie der Haut des Nilpferds möchte ich als besonders interessant nur erwähnen, daß der Papillarkörper der Haut an den Lippen des Tieres zu »ganz exzessiver Entwickelung« kommt, wie der Verfasser sagt. In den außergewöhnlich hohen Papillen liegen lange Gefäßknäuel. Dies Verhalten ist so zu erklären, daß die Lippen ein wichtiges Greiforgan beim Erfassen der Nahrung darstellen. Infolge dieser Verwendung ist die Abnutzung der Haut hier eine besonders starke und so wird behufs fortwährender Regeneration des Hautgewebes eine reichliche Ernährung dieser Gegend nötig, die eben durch den Gefäßreichtum des Papillarkörpers herbeigeführt wird.

Bezüglich der Haarbekleidung rügt der Verfasser, daß man das Nilpferd im allgemeinen als kahl darstellt, während doch dicke Borsten die Lippen dichter, spärlicher den Kopf, Nacken, Rücken und Schwanz bedecken. Eigentümlich ist die Gestalt dieser Borsten. Sie spalten sich nämlich an ihrem freien Ende, so daß jede Borste scheinbar als pinselförmiges Bündel von steifen Haaren aus der Haut hervortritt, ein Verhalten, durch welches Leydig früher irre geführt wurde, indem er annahm, daß jedem einzelnen Balge ein Bündel von Haaren zukäme. Anders verhalten sich die jungen Tiere, bei denen neben dickeren Borsten noch dünnere Haare vorhanden sind. An den letzteren finden sich Talgdrüsen, die den älteren Tieren gänzlich fehlen. Die ungewöhnlich dicken Borsten haben keine Einfettung nötig.

Dieses Verhalten der Haarbekleidung und das Schwinden der Talgdrüsen dürfte darauf hinweisen, daß die Tiere in früherer Zeit stärker behaart waren und daß sich das Haarkleid infolge der Anpassung an ihre Lebensweise außerordentlich rückgebildet hat.

Eingehendere Untersuchungen sind von Prof. Weber auch über den sogenannten blutigen Schweiß des *Hippopotamus* angestellt worden. Dieser sogenannte blutige Schweiß ist ein merkwürdiges Phänomen, das schon mehrfach am Nilpferd beobachtet wurde. Es besteht aus einem blutfarbigen Exsudat, welches die Haut bedeckt. Seine Konsistenz ist die einer zähen, fadenziehenden Masse. Nach Weber's Beobachtung ist diese Masse besonders dann bemerkbar, wenn das Tier das Wasser verlassen hat und die Haut etwas trocken wird. Es sind zahlreiche und besonders am Rücken ziemlich dicht gestellte Poren der Haut, aus welchen das Sekret hervordringt. Jedem dieser Poren entspricht der Ausführungsgang einer Hautdrüse, welcher die Abscheidung des Sekretes obliegt. Die sehr umfangreichen Drüsen sind tubulöser Natur, wieder einer der wenigen Fälle, in denen tubulöse Drüsen ein schleimiges Sekret aussondern. Allerdings ist die tubulöse Drüse in diesem Falle augenscheinlich schon morphologisch abgeändert und neigt dem acinösen Typus zu.

Die Bedeutung des Drüsensekrets sucht der Verfasser darin, daß sich die zähe Masse mit dem Wasser mischt und so einen schleimigen Überzug über die Haut bildet, welcher die Epidermis gegen die Einwirkung des Wassers zu schützen hat. Anderseits wird vielleicht auch während des Aufenthalts am Lande von dem »blutigen Schweiß« eine schützende Wirkung auf die Körperbedeckung ausgeübt. Derselbe wird hier naturgemäß eintrocknen und so eine schützende Rinde über der Haut bilden, die möglicherweise die schädliche Wirkung großer Hitze auf die vorher feuchte Epidermis verhindert. — Über die Bedeutung der roten Farbe des Sekrets spricht sich der Verfasser nicht aus; auch dürfte es wohl schwierig sein, eine bestimmte Funktion derselben aufzufinden. Vielleicht ist sie nur mehr zufälliger Natur und liegt in der Zubereitung, in der chemischen Konstitution der Substanz begründet. Der Farbstoff ist übrigens diffus in dem Sekret verteilt und nicht an größere Körper gebunden, wie man dies vor Weber's Untersuchung behauptet hat.

Beiträge zur Anatomie und Phylogenie der Cetaceen.

Körperhaut und Haarkleid. Schon durch Eschricht war bekannt geworden, daß den Cetaceen die Haare nicht völlig mangeln, sondern daß sich in der Fötalperiode eine allerdings oft nur geringe Anzahl von Haaren an der Ober- und Unterlippe findet. Später wies derselbe Forscher auch bei ausgewachsenen Exemplaren des Grönlandwals Haare an der Schnauzenspitze nach und auch Weber fand an den ausgewachsenen *Balaenoptera Sibbaldii* wenn nicht ausgebildete, so doch rudimentäre Haare in der Umgebung des Mundes. Durch seine histologische Untersuchung der Fötalhaare erkennt der Verfasser, daß dieselben in ihrem feineren Bau den Spürhaaren anderer Säugetiere ent-

sprechen, obgleich sie, wie natürlich, sehr rückgebildet sind. Es findet sich sonach das alte Gesetz auch hier wieder bestätigt, daß beim Schwinden der Haare die Spürhaare am längsten erhalten bleiben; umgekehrt waren es die Haare in der Umgebung des Mundes, welche zuerst auftraten. Es ist daher der Schluß berechtigt, daß die Cetaceen von Tieren abstammen, bei denen die Spürhaare gut und in großer Zahl (man denke an den Grönlandswal) entwickelt waren.

Hautdrüsen, mit Ausnahme der Milchdrüsen und selten vorkommenden Drüsen an der Mündung der Geschlechtsorgane, fehlen den Cetaceen. Es ist dies auffallend, da sie sich bei allen, auch den wenig behaarten Säugetieren finden. Bei den Cetaceen ist allerdings der Haarschwund am weitesten fortgeschritten.

Die Zitzen. Bekanntlich liegen die Zitzen der weiblichen Milchdrüse in einer Tasche, die durch Hautfalten gebildet wird und die durch den Zitzenschlitz nach außen mündet. Das Junge saugt nicht, sondern die Milch wird ihm ins Maul gespritzt. Daß sich dies so verhält, dafür spricht das Vorhandensein einer Art von Zisterne, zu welcher sich der Ausführungsgang der Zitze nach innen erweitert. In diese Zisterne münden von allen Seiten die milchführenden, aus der Drüse kommenden Gänge. Die Drüse ist aber von einer quergestreiften Muskellage überdeckt, durch deren Kontraktion das Ausspritzen der in der Zisterne angesammelten Milch bewirkt wird. — Der Verfasser findet, daß die Bildung der Zitze mehr in den Typus der Karnivoren-Zitze schlage als in den der Ungulaten, mit welcher man sie verglichen hat. Der Cutiswall soll der Hauptsache nach die bleibende Zitze bilden, die Mammartasche wird rückgebildet (*Balaenoptera rostrata*), im Gegensatz zur Zitze der Kuh.

Bezüglich der männlichen Zitzen kann der Verfasser die Angabe Eschricht's bestätigen, daß dieselben beim Tümmler (*Phocaena communis*) in einer gemeinsamen Höhle liegen. Dieses Verhalten denkt er sich so entstanden, daß die zwei Zitzenschlitze der beiden Seiten zur Bildung eines Kanals verschmolzen sind. Die zwei rudimentären Zitzen sind aber noch vorhanden und liegen am Boden des tiefen Zitzenschlitzes. Einen Übergang zu diesem Verhalten der *Phocaena* bietet *Globiocephalus*, bei welchem »zwei von einer untiefen Grube umwallte Papillen (Zitzen) nur wenig von einander entfernt gefunden werden«. Vereinigen sich die beiden Gruben zu einer einzigen, so ergibt sich das Verhalten von *Phocaena*. Bei anderen männlichen Walen sind die beiden Zitzentaschen besser erhalten.

Magen und Darmkanal. Die Gestaltung des Magens war es vor allem mit, welche den früheren Forschern Anlaß gab, die Cetaceen mit den Ungulaten in Verbindung zu setzen. Der Magen der Wale ist recht kompliziert gebaut. Er besteht aus 4 bis 9 Abteilungen, die durch mehr oder weniger weite Gänge miteinander verbunden sind. Die erste dieser Abteilungen ist gewöhnlich die größte und wie umfangreich sie werden kann, beweist der Sektionsbefund eines Schwertfisches (*Orca gladiator*); derselbe enthielt in seinem Vormagen nicht weniger als dreizehn Seehunde und ebenso viele Meerschweine (*Phocaena*), gewiß eine reichliche Mahlzeit.

Trotz der komplizierten Gestaltung des Magens ist derselbe nach Weber's Untersuchungen doch nicht mit dem Magen der Wiederkäuer zu vergleichen, denn ihm fehlen eben die Einrichtungen zum Wiederkauen. Der Oesophagus mündet direkt in den Anfangsteil des Magens und steht keineswegs mit einer andern Abteilung desselben in Verbindung, wie das ja bei einem mit den Wiederkäuern zusammentreffenden Verhalten der Fall sein müßte. Hierzu kommt noch, daß die Cetaceen infolge der Art ihrer Nahrung die Einrichtung des Wiederkäuens gar nicht nötig haben und weiter, daß sie entweder überhaupt nicht im Besitz von Zähnen sind oder doch nicht von solchen, welche die Funktion des Kauens verrichten könnten. Der Verfasser glnubt nun aus seinen Betrachtungen den Schluß ziehen zu dürfen, daß die Cetaceen von einer gut bezahnten Urform abstammen, die mit einem einfachen Magen versehen war, ähnlich dem der Pinnipedia. Mit der allmählich eintretenden Reduktion der Zähne wird der Magen komplizierter. Die Zerkleinerung der Nahrung durch die Zähne fällt weg und die Funktion der letzteren wird gewissermaßen auf den Magen übertragen. Es bildet sich an demselben eine Art von Kropf, indem sich der Anfangsteil bedeutend erweitert. In diesem Raum wird dann gewiß eine Art Vorverdauung der aufgenommenen Nahrung bewirkt.

Den Darmkanal findet der Verfasser zwar für Karnivoren sehr lang, für Herbivoren aber ist der Darm viel zu kurz. Auch darin spricht sich also mehr ein Karnivoren- als ein Herbivoren-Typus aus. Dazu kommt, daß der Blinddarm entweder gänzlich fehlt oder doch sehr klein ist und daß das Colon eine sehr geringe Ausdehnung zeigt, beides Merkmale der Karnivoren.

Die Betrachtungen Weber's über den Bronchialbaum übergehe ich hier, da sich wichtige Resultate bezüglich der Verwandtschaftsbeziehungen von Cetaceen und anderen Säugetieren daraus nicht mit irgend welcher Bestimmtheit ergeben. Dasselbe gilt für den Kehlkopf, welchem der Verfasser ein höchst eingehendes Studium gewidmet hat. Bekanntlich hat der Kehlkopf infolge der Lebensweise der Cetaceen eine sehr eigentümliche Gestaltung erhalten. Die Cartilagines arytaenoideae bilden zusammen mit der Epiglottis eine lange Röhre, die bis in die Nasenhöhle reicht. Diese Einrichtung erleichtert dem Tiere die Aufnahme der Luft außerordentlich. Bei so bedeutender Umwandlung eines Organs ist es natürlich höchst schwierig, die Merkmale der Übereinstimmung mit den entsprechenden Organen anderer Tiere aufzufinden. Dennoch glaubt der Verfasser aus der Bildung des Kehlkopfs der Cetaceen erkannt zu haben, daß eine direkte Verwandtschaft mit Ungulaten sowohl wie mit Karnivoren auszuschließen ist.

Das Auge. Wider Erwarten ist der mit dem oberen geraden Augenmuskel eng verbundene Lidmuskel sehr gut entwickelt. Die Bewegung des Auges selbst wie die der Lider ist hingegen sehr reduziert. Man muß also nach einem Grunde für die ansehnliche Entwickelung des Lidmuskels suchen, dessen obere und untere Portion bei *Balaenoptera Sibbaldii* ungefähr das Maß eines schwachen Glutaeus maximus des Menschen erreichen. Ich erwähne dieses Vergleichs hier nur, um darauf

hinzuweisen, von welcher massigen Entwickelung man sich die Organe der größeren Cetaceen denken muß. — Den Grund für die bedeutende Entwickelung des Lidmuskels findet der Verfasser darin, daß dieser Muskel als Polster für das Auge dient, um das Auge gegen den enormen Druck der Wassersäule zu schützen, der auf ihm ruht. Nach des Verfassers Ansicht wird der Muskel vermöge seiner »lebenden Elastizität« eine solche Funktion besser zu erfüllen vermögen, als ein Fettpolster, wie es sonst bei Säugetieren vorkommt. Als ein weiterer Schutz des Auges gegen den Druck des Wassers ist die äußerst dicke Sclerotica zu betrachten.

Ähnliche Verhältnisse in bezug auf den Lidmuskel und den Musculus rectus fand der Verfasser bei einigen Pinnipedien (*Phoca*, *Otaria*) und bei der Fischotter. Dieses Zusammentreffen hält er nicht für ein bloß zufälliges, für ein infolge der gleichen Lebensweise unabhängig von einander entstandenes. Wäre es eine solche bloße Konvergenz-Erscheinung, so würde man erwarten können, einen ähnlichen Muskelapparat auch bei anderen im Wasser lebenden Säugetieren zu finden, z. B. bei den *Sirenia*, und wenn man die Cetaceen von den Ungulaten ableiten will, könnte man hoffen, auch bei *Hippopotamus* wenigstens einer Spur dieses Muskels zu begegnen. Er ist aber nicht vorhanden. Daraus zieht der Verfasser den Schluß, daß in dem Verhalten dieses Muskelapparats eine Blutsverwandtschaft zwischen Cetaceen, Pinnipedien und *Lutra* zum Ausdruck kommt.

Das Gehirn. Die Gestaltung des Gehirns besonders hat man als für die Ungulaten-Natur der Cetaceen maßgebend betrachtet. Prof. Weber lag brauchbares Material zur Untersuchung leider nicht vor, doch scheint ihm durch die bisherigen Arbeiten der Ungulaten-Typus des Gehirns nicht erwiesen, sondern er findet ganz ebenso wie Anderson im Gehirn Charaktere, welche vielmehr den Karnivoren als den Ungulaten eigentümlich sind. Es scheinen die Charaktere von Ungulaten und Karnivoren im Gehirn gemischt zu sein.

Auch die Geschlechtsorgane der Cetaceen sind früher zu denen der Ungulaten in nähere Beziehung gesetzt worden, Prof. Weber findet aber, daß diese Übereinstimmung nur eine teilweise ist und daß andere Verhältnisse an Karnivoren erinnern. Anderes ist wieder den Cetaceen eigentümlich oder kommt den Säugetieren allgemein, also auch den Ungulaten zu und kann deshalb nicht für eine besondere Beziehung zu letzteren sprechen.

Die Placentation ist eine der Hauptstützen geworden, um die Cetaceen in Verwandtschaftsbeziehungen zu den Ungulaten zu bringen; nach Weber darf sie aber zur Darlegung solcher Beziehungen nur im Zusammenhang mit anderen Merkmalen gebraucht werden. Die diffuse Placenta, welche sowohl den Cetaceen wie den Ungulaten zukommt, ist eine sehr primitive Form und daher, wie gesagt, zur Feststellung verwandtschaftlicher Beziehungen zwischen diesen beiden Gruppen allein nicht geeignet.

Die vordere Extremität der Cetaceen weist bekanntlich eine größere, übrigens wechselnde Zahl von Phalangen auf. Es drängt sich

hier sogleich die Frage auf, ob diese phalangenreiche Extremität von der pentadaktylen Form abzuleiten ist. Dafür spricht, daß unter den Cetaceen die Bartenwale, welche den übrigen Säugetieren näher stehen, eine geringere Anzahl von Phalangen besitzen, während augenscheinlich jüngere Formen eine größere Zahl aufweisen. Es würde sich also infolge der Anpassung an das Wasserleben die Zahl der Phalangen vermehrt haben. — Doch könnte man auch daran denken, daß die große Zahl der Phalangen nicht etwas von den Cetaceen Erworbenes sei, sondern vielmehr ein Erbteil von aquatilen reptilienartigen Vorfahren, etwa wie Ichthyopterygii und Sauropterygii, die gleichfalls flossenförmige Extremitäten hatten. Da man doch wohl eine Abstammung der Mammalia von reptilienartigen Vorfahren wird annehmen müssen, hat diese Ansicht an und für sich nichts Absurdes. Abgesehen jedoch von dem eben angeführten Verhalten der phyletisch älteren und jüngeren Cetaceen, stimmt auch der Bau der Cetaceenflosse anatomisch durchaus nicht überein mit dem der Saurierflosse, wie schon Gegenbaur erkannt hat. Es ist wahrscheinlicher, daß die größere Phalangenzahl erst von den Cetaceen erworben wurde.

Dafür, daß die Cetaceen von Landsäugetieren abstammen, spricht weiterhin:

1) das Vorhandensein einer Milchdrüse, die schwerlich bei Tieren entstanden ist, welche sich beständig im Wasser aufhielten;

2) der Nachweis der den Spürhaaren entsprechenden Borsten in der Umgebung des Mundes. Sie sind als Überreste eines Haarkleides zu deuten, wie es gewiß nur Landtieren zukommt;

3) das Vorhandensein eines äußeren Ohres, welches seiner Beschaffenheit nach kaum von Reptilien abzuleiten ist.

4) das Auftreten von Bildungen während des Fötallebens, die sehr wohl als Rudimente einer *Pinna* aufgefaßt werden können.

Das Gebiß, seine Entwickelung und Bedeutung. Die Zahnfollikel der Cetaceen zeigen denselben Bau wie die der übrigen Säugetiere. Auf die von dem Verfasser in bezug hierauf gezogenen Vergleiche (pag. 186 u. f.) einzugehen, würde mich hier zu weit führen. Bekanntlich sind die Zahnwale homodont, d. h. ihr Gebiß besteht aus gleichartigen Zähnen. Das fötale Gebiß der Bartenwale, die im ausgebildeten Zustand der Zähne entbehren, besteht aus Zähnen von verschiedenartiger Form, es ist heterodont. Heterodont ist auch das Gebiß der fossilen Genera *Zeuglodon* und *Squalodon*, der einzigen Cetaceen, welche auch im ausgebildeten Zustand ein heterodontes Gebiß besitzen.

Die Bartenwale stimmen also bezüglich des Gebisses mit ihren uralten fossilen Verwandten (*Zeuglodon* und *Squalodon*) überein. Wie aber ist die homodonte Bezahnung der Zahnwale zu erklären? Bei zahlreichen Zahnwalen sind noch deutliche Spuren einer Heterodontie wahrzunehmen, insofern einzelne Zähne vor den anderen bevorzugt sind. Man kann daher annehmen, daß das homodonte Gebiß aus einem heterodonten entstanden ist, wie es ja noch die fossilen Wale zeigen. Der Grund dieser Umwandlung ist wieder durch die Anpassung an die Lebensweise gegeben. Es war für Tiere, welche eine rasch bewegliche und dazu glatte Beute erhaschen mußten, vorteilhaft, das Gebiß vor allem als Greiforgan ver-

wenden zu können. Daher die Umbildung des heterodonten Gebisses in ein solches, das aus langen spitzen Zähnen besteht. Außerdem nahmen die Kiefer an Länge zu und die Zahl der Zähne konnte sich dadurch vergrößern, wie wir dies ja bei den Zahnwalen eingetreten sehen. Die Kaubewegung war so wie so ungünstig für Tiere, die im Wasser lebten, und so wurde auch dadurch kein Hindernis für die Umwandlung des Gebisses in den Weg gelegt. Die Funktion des Gebisses wurde vielmehr dem Magen übertragen, wie wir dies schon oben sahen. Es bildete sich eine Art von Kropf aus und der Magen zerfiel in eine Anzahl von Kammern, durch welche die Nahrung langsam hindurch passieren mußte.

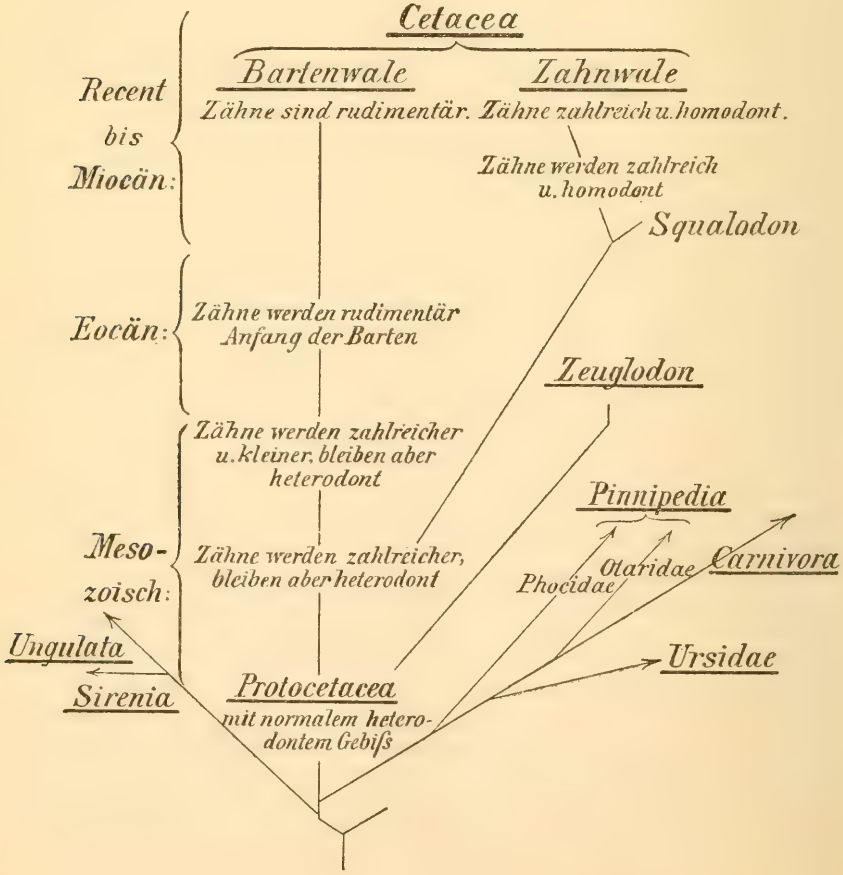
Eine gewisse Stufenleiter der Umwandlung des Gebisses wird durch das Verhalten der fossilen sowie der Zahnwale gegeben. *Zeuglodon*, einer der ältesten Cetaceen oder cetaceenähnlichen Tiere besitzt ein heterodontes Gebiß mit der für Säugetiere typischen Anzahl von Zähnen. Bei *Squalodon* ist die Form der Kiefer schon cetaceenähnlicher geworden, die Zahl der Zähne hat sich vermehrt und zeigt bereits Anklänge an das homodonte Gebiß. Die rezenten Zahnwale besitzen eine weit größere Anzahl von Zähnen; die Heterodontie ist nur noch in Spuren vorhanden. — Bei den Bartenwalen trat aus uns unbekannten Gründen eine Umwandlung in ein homodontes Gebiß nicht ein, sondern die Zähne wurden rückgebildet und es traten dafür die Barten auf.

Daß sich das heterodonte Gebiß aus einem homodonten entwickelt haben sollte, ist höchst unwahrscheinlich, einmal weil wir es ja bei den ältesten Formen ausgebildet finden, während das homodonte Gebiß jüngeren Formen zukommt. Zudem sehen wir das heterodonte Gebiß durchaus im Rückgang begriffen. Aus der Betrachtung des Gebisses ergibt sich, daß die Cetaceen von Säugetieren mit typisch heterodontem, aber wenig spezialisiertem Gebiß abzuleiten sind.

Am Schlusse der Abhandlung führt der Verfasser seine Ansichten über den Ursprung der Cetaceen auf Grund der oben dargelegten Daten in einem besonderen Kapitel aus. Den höchsten Grad der Verwandtschaft findet er zwischen den Pinnipedien und Cetaceen, doch könne nur von Verwandtschaft, nicht aber von einem direkten Abstammen der Cetaceen von den Pinnipedien die Rede sein, wie dies von verschiedenen Seiten behauptet worden ist. Wie soll man sich vorstellen, daß aus einer kurzschwänzigen, langfüßigen Robbe ein langschwänziges Cetaceum hervorgehen kann mit bloßen Rudimenten von hinteren Extremitäten? »Eine Robbe ist mit ihrem Hinterkörper ein so guter Schwimmer, daß die Momente unerfindlich sind, die den Phociden-Schwanz in die Länge wachsen ließen, während sich gleichzeitig die Extremitäten rückbildeten.« Mit den Pinnipedien ebenso wie mit den Cetaceen hat *Zeuglodon* bestimmte Merkmale gemein. *Zeuglodon* ist verschiedentlich dieser wie jener Gruppe zugerechnet worden und auch die Forscher, welche die Zeuglodonten zu den Cetaceen stellen, erkennen doch die große Übereinstimmung mit den Pinnipedien an. Ist nun *Zeuglodon* ein direkter Nachkomme der Pinnipedien und führt von ihnen zu den Cetaceen über? Auch diese Annahme ist zu verwerfen. *Zeuglodon*

ist vielmehr als ein Zweig zu betrachten, der sich sehr früh von dem gemeinsamen Stamm abzweigte, welcher die Cetaceen lieferte, so früh, daß in ihm neben den Cetaceenmerkmalen noch solche der Karnivoren zu erkennen sind, welche sowohl jenem Stamm der Cetaceen wie den Pinnipedien den Ursprung gaben.

Was nun die Cetaceen selbst anbetrifft, so besitzen dieselben Charaktere, die auf Karnivoren, speziell auf Pinnipedien hinführen, und solche, die auf Ungulaten weisen. Der Verfasser hält es für gleich unrichtig, die Cetaceen einfach entweder von Karnivoren oder von Ungulaten abzuleiten. Seine Meinung geht dahin, daß sie einem »generalisierten Säugetiertypus« im mesozoischen Zeitalter entstammen, der zwischen Karnivoren und Ungulaten mitten inne steht, wohl aber nähere Beziehungen zu Karnivoren hatte.



Der vorgedruckte hypothetische Stammbaum soll nach den Worten des Verfassers eine Verdeutlichung der Ansichten geben, zu denen die Summe der Thatsachen und Wahrscheinlichkeitsschlüsse — wo Thatsachen fehlten — drängte. Ich folge den Ausführungen des Verfassers hier nicht weiter, da dieselben im wesentlichen nur noch Erläuterungen des vorstehenden Stammbaums geben.

Freiburg i. Br. Dr. Eugen Korschelt.

Die Verbreitung der Kreuzotter in Deutschland[1].

Über diesen gewiß nicht unwichtigen Gegenstand sind in der Litteratur nur sehr vereinzelte und im Vergleich zur Ausdehnung des Gebietes gänzlich unzureichende Angaben vorhanden. Es war deshalb erforderlich, nachdem ich mich auf Veranlassung des Herrn Dr. O. Böttger hier entschlossen, mich mit dieser Sache zu beschäftigen, das Material mittels eines an eine größere Zahl von Sachverständigen in allen Teilen des Deutschen Reiches versendeten Fragebogens zu gewinnen. Das hauptsächlichste aus diesen Bemühungen bis jetzt sich ergebende Resultat scheint (abgesehen von mannigfachen, zum Teil merkwürdigen und neuen Einzelheiten in bezug auf Lebensweise des Tieres, Verwundungen durch dasselbe und deren Folgen etc. etc.) der sonderbare Zusammenhang zu sein, der sich — obgleich natürlich eine derartige Frage gar nicht gestellt war, überhaupt nicht gestellt werden konnte — doch ganz unabweisbar und in hinlänglichem Umfang zwischen der Verbreitung der *Vipera berus* und derjenigen der *Coronella laevis* herausgestellt hat: wo nämlich die eine Art häufig und allgemein verbreitet vorkommt, also alle unerläßlichen Bedingungen ihrer Existenz in vollem Maße vorfindet, da fehlt die andere, vermag also unter eben denselben äußeren Bedingungen nicht zu leben; und umgekehrt: wo die letztere am zahlreichsten auftritt, findet sich wiederum jene nicht. Im folgenden soll das angedeutete Verhältnis nur in kurzen Umrissen auseinander gesetzt werden, während wegen des Genaueren und Einzelnen auf die in einiger Zeit fertig zu stellende umfassende Hauptarbeit verwiesen sein möge.

In einem sehr umfangreichen Teile des südwestlichen Deutschland fehlt *Vipera* durchaus. Die Haupterstreckung dieses Gebietes wird durch den Lauf des Rheinstromes von Basel bis etwa Koblenz bezeichnet. Die größte Ausdehnung der von Ottern freien Landschaft nach Osten hin gibt etwa der Ort Ansbach in Mittelfranken an, ferner Rotenburg a. d. Fulda und Kassel; teilweise jedoch liegt die Ostgrenze dem Rheine sehr viel näher, vor allem im Süden, wo sie durch die Höhen des Schwarzwaldes gebildet wird. West- und Nordgrenze sind etwas schwieriger genau zu bestimmen: es scheint, daß das ganze Reichsland mit Ausnahme der Umgebungen von Metz (links der Mosel) noch zum otterfreien Gebiet gehört; ebenso das Luxemburgische Land (im Sinne des alten Herzogtums), ferner der größere Teil der Rheinprovinz, endlich ein beträchtliches Stück von Westfalen. In dieser ganzen großen von *Vipera* freien Landschaft nun ist *Coronella* allgemein verbreitet, großenteils sogar recht häufig.

Von räumlich beschränkteren Gebieten, welche *Vipera* meidet, während sie von *Coronella* bevorzugt werden, sollen vorläufig nur die Umgebungen von Passau hervorgehoben werden. Doch möge nicht unterlassen bleiben, beizufügen, daß noch mehrere derartige Fälle vorliegen (z. B. Nossen und Freiberg in Sachsen u. a.)

Umgekehrt fehlt *Coronella* entweder völlig, oder doch beinahe durchaus, großen und zusammenhängenden Landesteilen sowohl in Nord- als Süddeutschland,

[1] Auf Ersuchen des Herrn Verf. bringen wir nachstehende, im Zoologischen Anzeiger Nr. 228 erschienene Mitteilung gerne zum Abdruck und fordern auch unserseits unsere Leser auf, zur Beantwortung der hier angeregten hochinteressanten Frage wo irgend möglich beizutragen. D. Red.

die von *Vipera* allgemein und in meist sehr beträchtlicher Häufigkeit bewohnt werden. Vor allem sind hier zu nennen: Pommern, Westpreußen, Mecklenburg, der Unterlauf der Weser, das Fichtelgebirge, die Provinz Brandenburg zum großen Teil und andere Gegenden. Alle die genannten Gebiete sind derartig frei von *Coronella*, daß diese daselbst höchstenfalls als eine erst spät entdeckte und nur von ganz vereinzelten Fundorten her gekannte Seltenheit zu betrachten ist.

Besonders merkwürdig ist die Verteilung unserer beiden Spezies in Schwaben. Während in dem moorigen Oberschwaben *Vipera* sich außerordentlich zahlreich findet, wogegen *Coronella* dort fast völlig fehlt (erst ganz neuerdings an zwei Punkten entdeckt), verhält es sich mit Unterschwaben gerade umgekehrt: *Coronella* kommt daselbst häufig vor, dagegen wird *Vipera* vermißt.

Sehr lehrreich ist ferner die Thatsache, daß im Großherzogtum Oldenburg die beiden Arten sich folgendermaßen in das Gebiet teilen: *Vipera* bewohnt die Landesteile mit moorigem Boden, sowohl mit Wald bestandene als die mit Heide bedeckten in beträchtlicher Anzahl, während die viel seltenere *Coronella* sich auf Sandboden beschränkt.

Die bisher gewonnene Kenntnis vom Vorkommen unserer beiden Schlangenarten ist, im einzelnen betrachtet, noch sehr lückenhaft (besonders in Beziehung auf *Coronella*); es darf auch, bei den augenscheinlichen Schwierigkeiten der Sache, nicht einmal gehofft werden, daß erneute Nachforschungen und noch sorgfältigere Untersuchungen von den bis jetzt mühsam gesammelten und festgestellten Ergebnissen nicht noch hier und da, im besonderen und einzelnen, manches abzuändern hätten; aber die eine Thatsache scheint in die Augen springend und völlig unzweifelhaft (was zu beweisen die angeführten Beispiele genügen werden): auf sehr umfangreichen Gebieten schließen die beiden Schlangenarten einander gegenseitig aus; und hieran vermag im wesentlichen auch der Umstand nichts zu ändern, daß allerdings zuweilen beide Arten (obwohl alsdann meist beide in geringer Zahl) sich zusammen in derselben Gegend vorfinden; zur Erklärung des scheinbaren Widerspruchs möge einstweilen das vorhin über das Verhalten der Tiere in Oldenburg Angeführte dienen. Obige Thatsache nun vermag auf das sonst unerklärliche Fehlen der Otter in den Rheingegenden ein merklich erhellendes Licht zu werfen: wenn wir nämlich erwägen, daß diesem Verhalten (Fehlen der Otter bei häufigem Vorkommen der *Coronella*) das entgegengesetzte in anderen ausgedehnten Landesteilen gegenübersteht: das völlige Fehlen der *Coronella* in Pommern, Mecklenburg, Brandenburg etc. bei zahlreichem Vorkommen von *Vipera*. Denn vor allem ist es demnach nicht mehr erlaubt anzunehmen, wie vielfach geschieht: die Otter sei in den Rheingegenden lediglich ausgerottet, während sie früher daselbst recht wohl existiert habe; es ist dies vielmehr so wenig glaublich wie die Annahme, *Coronella* sei in Mecklenburg oder Pommern infolge gänzlicher absichtlicher Vertilgung verschwunden. Da ferner das gegenseitige Ausschließen weder bedingt sein kann durch Konkurrenz beim Nahrungserwerb, noch durch Mangel an geeigneten Wohnplätzen (ersteres wegen zu geringer Anzahl der Individuen, das letztere wegen der Gleichheit der Ansprüche in dieser Hinsicht), noch auch durch größere Häufigkeit von Feinden (die ja beiden Arten gemein sind), noch endlich durch heftige Verfolgung der einen Art seitens des Menschen (der sie vielfach miteinander verwechselt), so bleibt nur die eine Annahme übrig, daß die klimatische Beschaffenheit einer Gegend, ganz im allgemeinen genommen, Verteilung von Wasser und Land, Pflanzenbedeckung des Bodens etc., wenn sie einer von beiden Arten besonders zusagt, nur in sehr geringem Grade geeignet ist, der anderen den Aufenthalt daselbst zu ermöglichen. Man könnte also mit Recht auf die Frage nach den Ursachen des rätselhaften Fehlens der Otter in einem großen Teil des südwestlichen Deutschlands die allerdings noch etwas dunkle Antwort geben: *Vipera* fehlt daselbst deshalb völlig, weil die klimatischen Verhältnisse dort derartig sind, daß *Coronella* allgemein ziemlich häufig existieren kann.

Genauere Angabe der Anforderungen, welche *Vipera* an die von ihr bewohnten Örtlichkeiten stellt, soll vorläufig noch unterlassen werden, in anbetracht des allzu umfangreichen Materiales, welches dabei in vergleichende Berücksichtigung zu ziehen wäre. Auf den Umstand jedoch darf wohl schon jetzt als einen bedeutsamen hingewiesen werden, daß *Vipera* außer den feuchten kühleren Landschaften Norddeutschlands in der Nähe der See besonders die wasserreichen Mittelgebirge

des mittleren Deutschlands (Schwarzwald, Fichtelgebirge, Erzgebirge und die schlesischen Bergzüge) bevorzugt, wie auch die sehr moorreichen Hochflächen Süddeutschlands (Oberschwaben, Oberbayern etc.); wie denn *Vipera berus* überhaupt ein verhältnismäßig wenig von hohen Wärmegraden abhängiges Tier ist und z. B. in Frankreich mit der dort weit häufigeren *Vipera aspis* sich derart in das Gebiet teilt, daß letztere besonders im Süden und in den heißen sonnigen Lagen, erstere dagegen im Norden des Landes und auf den kühler gelegenen Höhen sich findet. Zu diesem eigentümlichen Gebundensein der Otter an einen bestimmten Grad von Feuchtigkeit und Kühle steht die bekannte Vorliebe der *Coronella* für sonnige und trockene Lagen in einem ganz entsprechenden Gegensatz.

Zum weiteren Eindringen in den interessanten Gegenstand ist unerläßliche Vorbedingung die Herbeischaffung ausreichenden Materiales. Ich glaube in dieser Hinsicht das Meine gethan zu haben durch Versendung sehr zahlreicher Fragebogen. Möchten doch die vielen Adressaten, deren Beantwortungen noch ausstehen, auch den an sie gerichteten Wünschen entsprechen, gleichwie es eine große Zahl in der entgegenkommendsten und sachlich entsprechendsten Weise schon gethan hat; möchten sie, ein jeder an seiner Stelle, den eigentümlichen Beziehungen zwischen den Verbreitungsgebieten der beiden in Frage stehenden Spezies in besonderem Grade ihre Aufmerksamkeit schenken! Wenn es hiermit gelungen sein sollte, die nicht ganz so allgemein, wie es im Interesse der nützlichen Sache wünschenswert wäre, vorhandene Teilnahme dem Gegenstande in erhöhtem Grade und in dem zur gleichmäßigen Durchführung des Vorhabens unerläßlichen umfassenden Maße zuzuwenden, so ist der Zweck dieser Zeilen erreicht.

Dr. J. Notthaft in Frankfurt a. M. (Koselstraße 63).

Botanik.

Ueber die geographische Verbreitung und die phylogenetische Entwickelung der Lythraceae.

Nachfolgende Mitteilung basiert auf der trefflichen Monographie der Lythraceen oder Weiderichgewächse von E. Köhne[1].

Die Familie der Lythraceae ist nach Köhne durch 358 Spezies vertreten, welche sich auf 21 Genera verteilen. Elf derselben: *Rotala*, *Ammannia*, *Peplis*, *Lythrum*, *Woodfordia*, *Cuphea*, *Pleurophora*, *Pemphis*, *Diplusodon*, *Physocalymma* und *Lafoensia* lassen sich ihren morphologischen Charakteren nach zu der besonderen Tribus Lythreae vereinigen; die übrigen: *Crenea*, *Nesaea*, *Heimia*, *Decodon*, *Grislea*, *Adenaria*, *Tetrataxis*, *Ginoria*, *Lagerstroemia* und *Lawsonia* bilden die Tribus Nesaeeae. Die sieben erstgenannten Genera bilden die Subtribus Lythroideae, die vier folgenden Diplusodontoideae. Die zweite Tribus zerfällt ebenfalls in zwei Unterabteilungen, die Nesaeoideae und die die zwei letzten Gattungen umfassenden Lagerstroemioideae.

Gewächse sehr verschiedener Physiognomie sind dieser Familie zuzuzählen; die Subtribus der Lythroideae besteht vorwiegend aus Kräutern, welche unserem einheimischen *Lythrum Salicaria* L. gleich, an Gräben, Ufern von Bächen und Flüssen, in Sümpfen und ähnlichen Standorten leben, zum Teil auch echte Wasserpflanzen sind. Nur wenige Gattungen sind strauchartig oder werden gar Bäume (*Woodfordia*). In der zweiten

[1] Engler's bot. Jahrbücher. Bd. I, II, III, IV, V, VI u. VII.

Subtribus ist dieses Verhältnis gerade umgekehrt. Nur die Gattung *Diplusodon* wird durch Kräuter oder kleine Sträucher repräsentiert. Die Spezies der anderen Gattungen treten als Sträucher oder selbst als Bäume auf, und der Riese des Geschlechtes, *Lafoensia pumilifolia* DC., ein Bewohner der mexikanischen Hügel und des Isthmus von Panama, kann die stattliche Höhe von 16 m erreichen. Die Subtribus der Nesaeoideae wird in ihrer artenreichsten Gattung fast ausschließlich durch Kräuter repräsentiert, welche den Lythroideae gleich vorwiegend Sumpfbewohner sind. Die letzte Subtribus endlich erscheint in kleinen Bäumen und Sträuchern.

Die Verteilung der Spezies auf die verschiedenen Gattungen ist, wie nachfolgende Zusammenstellung zeigt, eine außerordentlich ungleiche.

1. *Cuphea*	155 Spezies	12. *Woodfordia* . . .	2 Spezies
2. *Diplusodon* . . .	42 „	13. *Crenea*	2 „
3. *Rotala*	32 „	14. *Heimia*	2 „
4. *Nesaea*	27 „	15. *Pemphis*	1 „
5. *Lagerstroemia* . .	23 „	16. *Physocalymma* . .	1 „
6. *Lythrum* . . .	23 „	17. *Decodon*	1 „
7. *Ammannia* . . .	18 „	18. *Grislea*	1 „
8. *Lafoensia* . . .	10 „	19. *Adenaria*	1 „
9. *Ginoria*	7 „	20. *Tetrataxis*	1 „
10. *Pleurophora* . . .	5 „	21. *Lawsonia*	1 „
11. *Peplis*	3 „		

Fast gleiche Unterschiede werden bezüglich der Verbreitung beobachtet (s. die Tabelle Seite 223). Während einzelne Gattungen fast kosmopolitischen Charakter besitzen, wenigstens über mehrere Florengebiete ausgedehnt sind, ist für andere gerade die große Beschränkung in ihrer Verbreitung kennzeichnend. Was für die Gattungen gilt, hat in noch höherem Grade für die Arten Gültigkeit. Über mehrere phytogeographische Gebiete sind 85 Spezies ausgedehnt, 76 % aller Lythraceenarten sind also endemisch.

Im folgenden besprechen wir nur die pflanzengeographischen Verhältnisse der besonders verbreiteten oder sehr artenreichen Genera.

1. Verbreitung und phylogenetische Entwickelung des Genus *Cuphea*. Trotz ihres Artenreichtums ist die geographische Verbreitung der Gattung *Cuphea* eine relativ beschränkte: sie ist rein amerikanisch. Hier aber hat sie, wenn wir von dem arktischen und antarktischen Gebiete absehen, wie nachfolgende Zusammenstellung lehrt, fast in allen von Grisebach unterschiedenen Florengebieten ihre Vertreter.

	Pampas	Brasilien	Hylaea	Anden	Cisäquatoriales Amerika	Mexiko	Antillen	Prärien	Nordamerikanisches Waldgebiet	Galapagos	Sandwichinseln
Vorkommende Arten	10	76	4	20	18	54	13	3	2	1	1
Endemische Arten .	2	61	1	10	5	39	6	—	2	—	—

	Artenzahl	Chile	Tropisches Brasilien	Pampas	Extratrop. Brasilien	Anden	Cisäquatorial. Südamerika	Mexiko	Antillen	Prärien	Nordamerik. Waldgebiet	Californien	Europ.-Sibir. Waldgebiet	Steppengebiet	Mediterran-gebiet	Sahara	Kap	Sudan	Madagaskar	Australien	Monsun	Chin.-Japan. Gebiet
Rotala	32	—	1	—	2	1	1	2	2	2	1	1	—	2	1	—	1	12	2	4	20	4
Ammannia	18	—	—	—	3	2	3	3	3	2	3	—	1	5	2	4	1	13	2	3	6	3
Peplis	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—
Lythrum	23	4	—	2	—	2	1	7	2	5	6	3	6	10	10	6	1	2	—	2	—	1
Woodfordia . . .	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	1	—
Cuphea	155	—	4	10	76	22	20	53	13	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pleurophora . . .	5	3	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pemphis	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—
Diplusodon . . .	42	—	—	—	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Physocalymma . .	1	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lafoensia	10	—	1	—	8	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Crenea	2	—	2	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nesaea	27	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	4	17	5	4	3	—
Heimia	2	—	—	1	2	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Decodon	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Grislea	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Adenaria	1	—	1	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tetrataxis . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ginoria	7	—	—	—	—	—	—	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lagerstroemia . .	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	21	2
Lawsonia	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	1	1	1	1
Lythroideae . . .	238	7	5	12	83	27	25	65	20	13	13	4	9	20	14	10	3	28	5	9	27	8
Diplusodontoideae .	54	—	2	—	51	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—
Nesaeoideae . . .	42	—	3	1	4	2	4	3	7	2	1	—	—	—	—	—	4	17	5	4	3	3
Lagerstroemioideae .	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	2	4	22	—
Summa	358	7	10	13	138	33	30	69	27	15	14	4	9	21	15	11	7	47	13	18	53	11

Unsere geographische Übersicht läßt sich nun ganz wesentlich vereinfachen. — Eigentümlicherweise ist das Mittelgebiet der Verbreitung des Genus, jene phytogeographische Provinz, die Grisebach als die Hylaea bezeichnete, auffallend arm an *Cuphea*-Arten. Die überaus formenreiche *C. racemosa* Spr., ein einjähriges 20—45 cm hohes Kraut, die *Cuphea* größter Verbreitung, ferner die den Antillen und Mexiko angehörige *C. Parsonsia* R. Br. sind von je einem Standort aus dem Hylaeagebiet bekannt. Etwas allgemeinerer Verbreitung erfreut sich die auch auf den Antillen, in Mexiko, dem cisäquatorialen Amerika und Brasilien heimische *C. Melvilla* Lindl.; eine Art endlich, *Cuphea ramulosa* Mart. ist im Gebiet endemisch.

Sehen wir von diesen 4 Arten zunächst ab, so läßt sich sagen: Das Verbreitungsgebiet der Gattung *Cuphea* wird durch die Hylaea in ein nordwestliches und ein südöstliches geteilt. — Köhne teilt das Genus in zwei Subgenera, *Lythrocuphea* mit 17 und *Eucuphea* mit 138 Arten. Die Notodynamia, jene Arten der ersten Unterabteilung, welche durch größere Dorsalpetalen ausgezeichnet sind, bewohnen mit Ausnahme der erwähnten *C. ramulosa* ausschließlich nur das südöstliche Gebiet. Die Gastrodynamia, deren Dorsalpetalen kleiner sind, gehören dem nordwestlichen Gebiet an mit Ausnahme der in Brasilien übrigens seltenen *C. ramosissima* Pohl. — Auch das Subgenus *Eucuphea* zerfällt in ähnlicher Weise in natürliche Gruppen. Die Intermediae, eine durch ihre morphologischen Charaktere als Mittelglied zwischen den beiden Subgenera erscheinende Abteilung, gehört ausschließlich dem Nordwesten an, zunächst dem cisäquatorialen Amerika, erstreckt sich aber in zwei Spezies bis nach Mexiko. Die zweite Hauptgruppe des Subgenus gehört vorwiegend dem Südosten an, wo sich 74 % seiner Arten finden. Unter den nach Nordwesten sich erstreckenden Spezies gehören einige, wie z. B. *C. mikrantha*, vor allem aber *C. Balsamona* Ch. zu den weitverbreitetsten *Cuphea*-Arten. Letztere, eine etwa 50 cm hohe krautige Pflanze, besitzt die östlichste und westlichste Ausdehnung aller *Cuphea*-Arten zugleich, indem sie sowohl auf der zu den Antillen gehörigen Insel Martinique als auch 50 Breitegrade vom Kontinent entfernt auf den Sandwichinseln entdeckt wurde. Die dritte Abteilung des Subgenus, die Cormanthae, teilt sich in ihrer Verbreitung so, daß 64 % dem nordwestlichen Gebiet, die übrigen dem südöstlichen angehören. Daß übrigens auch hier die ungleichartige Verbreitung mit natürlichen Gruppen zusammenfällt, geht daraus hervor, daß z. B. die von Köhne aufgestellten Sektionen *Heterodon* und *Leptocalyx* nur dem Nordwesten angehören. Daß auch in der Verbreitung der im Nordwesten und Südosten vorkommenden Sektion *Melvilla* eine bestimmte Abhängigkeit zur natürlichen Verwandtschaft waltet, erschliessen wir daraus, daß 3 Subsektionen nur im nordwestlichen, 2 im südöstlichen Verbreitungsgebiet des Genus vorkommen.

In welcher phylogenetischen Beziehung stehen nun die Arten dieser Gattung zu einander? Die phytogeographische Erkenntnis bietet, wenn auch gewisse Relationen zwischen der morphologischen Verwandtschaft der Arten und ihrer geographischen Verbreitung nicht zu leugnen sind, doch nicht ohne weiteres die Hand zur Lösung des Problems. Vor allem

scheint es durchaus unstatthaft anzunehmen, daß das Zentrum des Verbreitungsgebietes der Gattung als »Schöpfungszentrum« aufgefaßt werden dürfe, von wo aus dann die Repräsentanten nach Norden und Süden ausgestrahlt wären, unter den neuen Lebensbedingungen sich nach dieser oder jener Richtung umformend. Denn wie ja bereits erwähnt wurde, ist dieses geographische Zentrum arm an *Cuphea*-Arten und die vorkommenden Spezies gehören mit einer Ausnahme durchaus nicht zu den häufigen Gliedern des Genus. Die ziemlich gleichartige Verbreitung der beiden Subgenera durch das *Cuphea*-Gebiet — 53 % der *Lythrocuphea* haben südöstliche, 41 % nordwestliche, 6 % allgemeine Verbreitung, 45 % der *Eucuphea* gehören dem Nordwesten, 42 % dem Südosten an und 13 % sind in beiden Gebieten verbreitet — legt die Vermutung nahe, daß eine Trennung der Gattung in die 2 Unterabteilungen frühzeitig erfolgte. Als Spezies größten Alters dürften wir wohl jene auffassen, welche durch besonders ausgedehnte Verbreitung ausgezeichnet sind.

Danach ist *C. racemosa* Spr. als die älteste unter allen *Cuphea*-Arten zu bezeichnen; wenn sie nun auch nicht gerade die Stammform der Lythrocupheae ist, so dürfte sie dieser doch besonders nahe stehen. Der außerordentliche Formenreichtum der Art legt jedoch die Vermutung nahe, daß vielleicht heute noch sich aus ihr neue Spezies differenzieren. Zum Subgenus *Eucuphea* dürften die *C. Balsamona* Ch. Sch., deren weite Verbreitung wir bereits kennen lernten, ferner *C. glutinosa* Ch. Sch., ein klebriger Halbstrauch, der in den Pampas, in Brasilien und nach neuesten Entdeckungen auch in den Prärien Nordamerikas vorkommt, eine ähnliche Stellung einnehmen.

Wir stellen uns also vor, daß, diesen Cupheen weiterer Verbreitung ähnlich, zu einer Zeit, als die Spaltung in zwei Haupttypen sich schon vollzogen hatte, die Gattung in einigen wenigen Arten über ihr jetziges Verbreitungsgebiet ausgedehnt war und daß diese zu den Stammformen der verschiedenen Abteilungen (Sektionen) der Familie wurden. Einen Ausdruck dieser Bildungsweise glauben wir darin zu sehen, daß die Verbreitung dieser Gruppen engerer morphologischer Zusammengehörigkeit durchaus nicht mehr eine allgemeine ist; Serien oder Subsektionen sind vielmehr zumeist auf engere Gebiete beschränkt. Damit steht auch der auffallende Endemismus der Arten dieser Gattung völlig im Einklang. Sind doch, wie unsere Zusammenstellung zeigt, von den 155 Arten nicht weniger als 126 d. h. 81 % endemisch. Unsere Tabelle ergibt dann im weiteren, daß vor allem in Brasilien und Mexiko bedeutende Bildungszentren der Arten dieser Gattung sind, indem dort 80 %, hier 72 % der vorkommenden Spezies endemisch sind.

Der Mangel einer vielgliederigen *Cuphea*-Flora im Gebiete des Amazonenstromes scheint uns mit der Zeit der Bildung der meisten *Cuphea*-Arten im engsten Zusammenhang zu stehen.

Das Flußgebiet des Amazonenstromes ist eine ungeheure Tiefebene. Das nahezu 2500 km von der Strommündung gelegene Tabatinga liegt nur 200 m hoch. Es steigt also die Ebene vom Meeresniveau bis nahe zum Fuße der Anden nur um 0,08 ‰. Eine selbst nicht bedeutende Periode des Sinkens würde also jedenfalls die erheblichste Veränderung

in der Konfiguration Südamerikas nach sich ziehen, indem das Flußgebiet des Amazonenstromes größtenteils vom Meere überflutet würde. Die Cordilleren von Ecuador bildeten dann die Fortsetzung des Armes, durch welchen der südamerikanische mit dem nordamerikanischen Kontinent verbunden ist. Wir halten nun dafür, daß diese Konfiguration bestanden hat, daß das Flußgebiet des Amazonenstromes in seiner größten Ausdehnung eine rezente Bildung ist. Das relativ geringe Alter dieses Landstriches ist die erste Ursache der geringen Mannigfaltigkeit der Gattung im Hylaeagebiet. Diese Ansicht scheint uns aber namentlich durch die Verbreitung des Genus in den Anden geboten. Da sie das Bindeglied zwischen dem nordwestlichen und südöstlichen Verbreitungsgebiet der Gattung waren, siedelten sich zweifellos zu einer Zeit, als die Gattung nur wenige Arten umfaßte, einzelne derselben auf ihnen an und konnten hier ähnlich wie in Brasilien und Mexiko zum Ausgangspunkt neuer Arten werden. So ist denn auch, wie unsere Tabelle zeigt, in den Anden kein unbedeutender Endemismus zu beobachten.

Die Verbreitung der Gattung auf den Antillen müssen wir jedenfalls in eine Zeit zurückverlegen, in welcher diese Inselgruppe mit dem zentralamerikanischen Festland in Zusammenhang stand. Daß die Antillen floristisch (wir haben selbstverständlich nur die Gattung *Cuphea* vor Augen) einen Teil Mexikos bilden, darf daraus geschlossen werden, daß die nichtendemischen *Cuphea*-Spezies der Inselgruppe in Mexiko gefunden werden. Anderseits spricht aber die gleiche Übereinstimmung mit dem cisäquatorialen Amerika auch dafür, daß wir uns den Zusammenhang nicht als einen einseitigen zu denken haben, daß vielmehr zur Zeit der Ausbreitung der Typen der Gattung das Caraibische Meer ein Binnenmeer war. Die endemischen Arten der Antillen sind nächste Verwandte von Spezies, die namentlich auch in Mexiko einheimisch sind.

Großen Schwierigkeiten scheint die Erklärung des Vorkommens einer *Cuphea*-Art auf der 120 geographische Meilen von der Westküste Amerikas entfernten vulkanischen Inselgruppe der Galapagos oder gar auf den Sandwichinseln zu begegnen. In beiden Fällen ist es die gleiche Spezies, *Cuphea Balsamona*. Daß diese Art in nicht sehr ferner Zeit dort seßhaft wurde, geht untrüglich aus dem völligen Mangel endemischer Arten hervor. Hätte sich zu einer Zeit, als sich z. B. die Antillen mit den ersten *Cuphea*-Arten besiedelten, eine Spezies auf einer jener fernen Inselgruppen festgesetzt, so würde sie sich zweifellos, wie das ja für andere Teile des Verbreitungsgebietes der Gattung thatsächlich konstatiert ist, im Laufe der langen Zeiträume zu neuen und dann endemischen Spezies differenziert haben. Daß es aber gerade die häufigste *Cuphea*-Art ist, welche sich so weit von ihresgleichen weg in den Stillen Ozean hinaus verirrt hat, ist sicherlich kein Zufall. Wir halten dafür, daß durch Meeresströmungen die Verbreitung stattgefunden habe. Die längs der östlichen Küste des Verbreitungsgebietes der *Cuphea* häufigste Spezies wird für diese Verbreitung die größten Chancen haben. Diese Art aber ist *C. Balsamona*.

Von den in die Prärien und das nordamerikanische Waldgebiet hinüberreichenden *Cuphea*-Arten ist die strauchartige *C. glutinosa* Ch. Sch. auch in Brasilien und den Pampas einheimisch und als Zugehörige zur

Sektion *Euandra* eine nahe Verwandte von Arten, die fast ausschließlich auf das südöstliche Verbreitungsgebiet beschränkt, mit wenigen Ausnahmen sogar nur in Brasilien heimisch sind. Vielleicht daß weitere Erforschungen der Flora Mexikos und der Prärien künftighin uns dieses Vorkommnis verständlicher machen. Die beiden andern Prärienbewohner, die *C. Wrightii* A. Gr. und *C. Slavea* Ch. Sl., sind in Mexiko verbreitet, dürften somit einfach nördliche Ausstrahlungen der mexikanischen *Cuphea*-Flora sein. Von den beiden Spezies des nordamerikanischen Waldgebietes ist *C. petiolata* verbreitet und erstreckt sich bis zu 41° n. Br., also 10° nördlicher als die benachbartesten Arten. Die andere Spezies, *C. aspera*, hat vornehmlich in Florida ihre Heimat. Das Vorkommen dieser Spezies im nordöstlichen Gebiet ist wieder rätselhaft; denn ihre nächsten Verwandten sind endemische Arten Brasiliens.

2. Geographische Verbreitung und phylogenetische Entwickelung des Genus *Rotala*.

Nachstehende Tabelle soll uns zunächst einen allgemeinen Überblick über die Verbreitung des Genus geben.

	Hylaea	Brasilien	Anden	Cisäquatoriales Amerika	Mexiko	Antillen	Prärien	Nordamerik. Waldgebiet	Steppengebiet	Mediterranes Gebiet	Kap	Sudan	Madagaskar	Australien	Monsungebiet	China, Japan
Vorkommende Arten .	1	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	12	2	5	20	4
Endemische Arten . .	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	7	—	1	13	—

Unter allen Genera der Lythraceae ist die Gattung *Rotala* die am weitesten verbreitete und nur das Genus *Ammannia* kommt ihr in bezug auf die Verbreitung gleich. In 16 Florengebieten, d. h. in zwei Drittel sämtlicher Grisebach'scher Florengebiete wird sie in Europa, Afrika, Asien, Australien und Amerika getroffen.

In Europa findet sich allerdings nur eine Art, die *R. filiformis*, an den oberitalienischen Sümpfen bei Novara, Pavia, Verona etc., die außerdem aber auch am Kap und im Sudan gefunden wird.

Von allgemeinerer Verbreitung sind die im amerikanischen Florenreich beobachteten *Rotala*-Arten. *R. mexicana* Ch. Sch., eine formenreiche Spezies, Bewohnerin von fließendem Wasser, überschwemmten Orten etc., ist aus 9 Florengebieten bekannt, *R. ramosior* Köhne, ihrer Verbreitung nach vornehmlich amerikanischen Charakters, gehört auch einem nicht amerikanischen Gebiet an. Eine Art, *R. dentifera* Köhne, ein zwerghaftes, unscheinbares Pflänzchen, das nur etwa 3 cm hoch wird, gehört zu den wenigen in den Prärien endemischen Arten.

Die übrigen Spezies sind nun mehr oder weniger ausgesprochen auf zwei Gebiete konzentriert, auf das Florengebiet des Sudan, in welchem 37,5 % sämtlicher *Rotala* vorkommen (davon sind 58 % endemische Arten), und das Monsungebiet, in welchem 62 % aller Arten sich finden (65 % derselben sind endemisch).

Wenn die bei der Gattung *Cuphea* ausgesprochene Ansicht, daß einer sehr weit verbreiteten Art im allgemeinen ein relativ höheres Alter

zukommen müsse, Gültigkeit beanspruchen kann, dann müßten wir in der *R. mexicana* eine der ältesten, also wohl auch der Stammform am nächsten stehenden Spezies erkennen. Nun ist sie aber eine apetale Art, während doch wohl daraus, daß den meisten übrigen *Rotala*-Arten Petalen zukommen, zu schließen ist, daß auch eine ursprüngliche Stammform der Arten petal war. Dennoch sagt Köhne: »Als diejenige Art, welche zu den übrigen die vielseitigsten Beziehungen zeigt, betrachte ich *R. mexicana*.« Das will aber doch wohl nichts anderes sagen, als daß sie gerade ihrer kollektiven Eigenschaften wegen der Stammform noch relativ am nächsten steht, von ihr vielleicht nur durch den Mangel der Petalae verschieden ist. So bestätigen also die morphologischen Befunde den aus der phytogeographischen Stellung der Art gezogenen Schluß.

Köhne teilt die Gattung in 2 Sektionen. Zur Sektion *Hippuridium* gehört die genannte Art. Wir würden sie also speziell als die der Stammform dieser Unterabteilung nächst stehende Spezies aufzufassen haben. Die zweite umfangreichere Sektion *Enantiorotala* schließt die ebenfalls weitverbreitete *R. ramosior* L. in sich, die also vielleicht wiederum als eine der Stammform dieser Arten näher stehende Spezies angesehen werden darf, obwohl Köhne's morphologisch-systematische Befunde dieser Auffassung einige Schwierigkeit bereiten.

3. Verbreitung und phylogenetische Entwickelung der Gattung *Nesaea*. Wieder viel einseitiger als die Verbreitung der *Rotala*-Arten ist die des Genus *Nesaea*. Sie ist in der Hauptsache eine afrikanische Lythracee, allerdings mit jenen interessanten Beziehungen teils zur asiatischen, teils zur australischen Flora, wie sie uns für viele andere Pflanzen- und Tiergruppen, die im Sudan und in Madagaskar vorkommen, bekannt geworden sind. Wir lassen zunächst wieder die Übersichtstabelle folgen:

	Prärien	Kap	Kalahari	Sudan	Madagaskar	Maskarenen	Australien	Monsun
Vorkommende Arten .	1	4	1	17	5	1	4	3
Endemische Arten .	1	2	1	12	—	—	3	1

Die Beziehungen der Gattung *Nesaea* zu den übrigen Genera kennzeichnet Köhne in folgenden Worten: »Die Gattung *Nesaea* zeigt habituell wie auch im Blütenbau die mannigfaltigsten Beziehungen zu andern Lythraceengattungen. Eine ganze Anzahl von Arten nähert sich sehr den Ammannien, denen die Nesaeen überhaupt am nächsten verwandt sind; andere erscheinen lythrumähnlich, wie z. B. *N. Robertsii, N. rigida, N. passerinoides, N. sagittifolia, N. lythroides;* einige *Heimia*-ähnlich, z. B. *N. longipes, N. liniifolia, N. Arnhemica, N. icosandra.* Letztere Art erinnert in den Blüten an *Ginoria*, in den Blättern an *Lagerstroemia indica.* Anderseits gibt es aber auch *Nesaea*-Arten, in welchen sich ein ganz eigentümlicher, sonst bei den Lythraceae nicht wieder angedeuteter Charakter ausprägt. Dies gilt namentlich von der Gruppe *Tolypeuma* und von der höchst merkwürdigen australischen *N. crinipes.*«

Der Gattung kommt also in hervorragendem Grad die Eigenschaft

eines Kollektivtypus zu und Köhne nimmt sie denn auch als Stammform, beziehungsweise als die der Stammform der Lythraceen am nächsten stehende Gattung an.

Die Gattung ist, von ihrem Vorkommen in Afrika abgesehen, andern Ortes zwar spärlich vertreten, aber doch weit verbreitet. Sie hat ihre Vertreter in Amerika, wir finden sie in Asien und Australien und in besonders reicher Entfaltung begegnet sie uns in Afrika. Aber es ist auch nicht eine Art, welche über das ganze Verbreitungsgebiet der Gattung ausgedehnt wäre.

Für uns ist die Sektion *Heimiastrum* von Bedeutung. Sie gliedert sich wieder in 3 Artengruppen, die jeweilen unter sich von nächster Verwandtschaft sind. Eine solche Gruppe so enger Verwandtschaft, daß an deren genetischem und unmittelbarem Zusammenhang nicht zu zweifeln ist, stellen die 4 Arten *N. longipes*, *N. heptamera*, *N. linifolia* und *N. Arnhemica* dar.

Die erste dieser 4 Spezies ist die einzige amerikanische Art, welche in den Prärien von Texas, namentlich im Gebiet des Rio Grande einheimisch ist. Die zweite stammt aus dem Osten Afrikas, aus Mosambique; *N. heptamera* ist in Westafrika einheimisch und die vierte Spezies endlich ist der australische Repräsentant des Verwandtschaftskreises. — Das Vorkommen dieser vier nächstverwandten Spezies in so weit auseinander liegenden Gebieten kann wohl nur so erklärt werden, daß wir sie von einer einst weit verbreiteten gemeinsamen Stammform ableiten, daß wir sie als die in den verschiedenen Gebieten etwas ungleich modifizierten Formen einer Grundform annehmen. Diese selbst wurde durch die modifizierten Formen im Laufe der Zeit verdrängt.

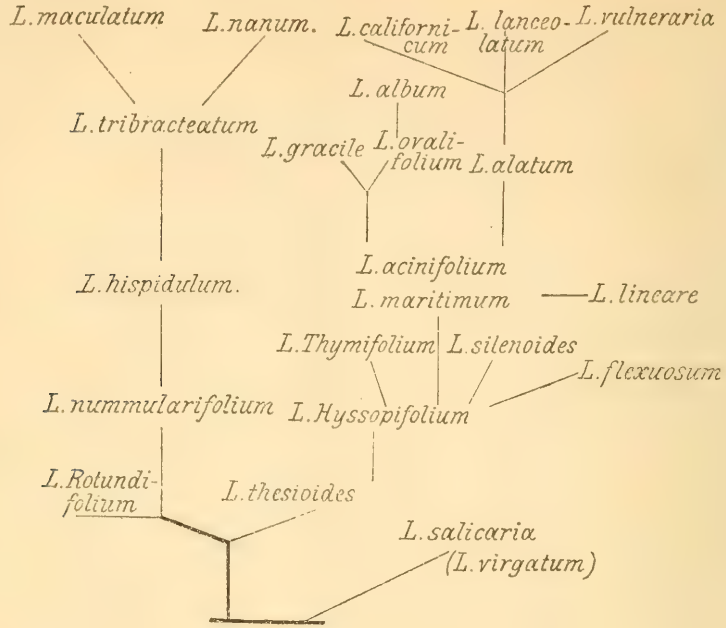
In ganz ähnlichem Verhältnis stehen 4 Spezies der Sektion *Ammanniastrum* zu einander (*N. loandensis*, *N. lanceolata*, *N. brevipes* und *N. aspera*). Die erste der beiden Arten ist in Loanda, aber auch in Angola gefunden worden, ist also eine westafrikanische Pflanze; ähnlich *N. aspera*. Die dritte ist im Monsungebiet verbreitet, und *N. lanceolata* ebenda und in Australien. — Auch hier haben wir wohl die Deszendenten einer einst weitverbreiteten, aber untergegangenen Art vor uns.

So haben wir also zwei Gruppen naher Verwandter, von denen die eine in ihren Charakteren auf das Genus *Ammannia*, die andere auf *Heimia* hindeutet. Beide Gruppen möchten wir von zwei Stammarten ableiten, Abkömmlingen einer Spezies, die zwischen *Ammannia* und *Heimia* eine neutrale Stellung einnahm. Die übrigen *Nesaea*-Spezies schließen sich je der einen oder andern Gruppe mehr oder weniger innig an.

4. Geographische Verbreitung und Stammesentwickelung des Genus *Lythrum*.

	Chile	Pampas	Anden	Cisäquatorial. Südamerika	Mexiko	Antillen	Prärien	Nordamerik. Waldgebiet	Californien	Europ.-sibir. Waldgebiet	Steppen	Mittelmeer	Sahara	Kap	Sudan	Australien	China, Japan
Vorkommende Arten	4	2	2	1	7	2	5	6	3	7	10	10	5	1	2	2	1
Endemische Arten .	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	2	1	—	—	1	—	—

Auf Grund der morphologischen Charaktere entwirft Kohne folgenden Stammbaum der Arten:



Wie stehen mit ihm die Schlüsse, die man aus der geographischen Verbreitung der Arten zu ziehen hat, im Einklang? *L. nummularifolium*, welches seines Kollektivtypus wegen als ein früh gesonderter Zweig aufgefaßt werden muß, ist eine in der alten Welt weit verbreitete Art. Da sämtliche in ihren Formenkreis gehörige Arten kaum nennenswert über ihr Verbreitungsgebiet hinausgehen, erscheint sie als ein Zentrum, um welches sich die ihr in morphologischer Beziehung zunächst stehenden Arten gruppieren. *L. maculatum* und *L. nanum*, welche nach Köhne's Übersicht als die jüngsten Glieder dieses Formenkreises erscheinen, sind auch durch die geringste Verbreitung ausgezeichnet.

Die Sektion *Euhyssopifolia* umfaßt teils Arten der alten, teils solche der neuen Welt und nur eine einzige Spezies *L. hyssopifolium* gehört sowohl der alten als der neuen Welt an. Sie hat überhaupt eine geradezu erstaunliche Verbreitung. Auf der nördlichen Erdhälfte finden wir sie durch das europäisch-sibirische Waldgebiet sehr verbreitet, sie gehört dem Steppengebiet fast in seiner ganzen Ausdehnung an. Das mediterrane Gebiet bewohnt sie sowohl im europäischen als afrikanischen Teil, sie wird in Ägypten getroffen. Aber auch auf den Azoren, auf Madeira und den canarischen Inseln ist sie zu Hause. Sie gehört dem Sudan an, wo sie an verschiedenen Orten Abessiniens gefunden wurde, vielleicht auch — Köhne bezweifelt zwar die Richtigkeit dieser Standortsangabe — dem Monsungebiet, wo sie von Meyen bei Macao gesammelt sein soll. Im nordamerikanischen Waldgebiet ist sie in Neu-England

verbreitet. Endlich ist sie aus Californien und den tropischen Anden bekannt. Auf der südlichen Hemisphäre ist ihre Verbreitung kaum eine geringere. In den Pampas ist sie auf brasilianischem Gebiet, in Uruguay und Argentinien gefunden worden; noch weiter südwärts bewohnt sie das chilenisch-patagonische Gebiet. Sie kommt ferner auf Juan Fernandez vor (ursprünglich?). Ziemlich bedeutend ist ihre Verbreitung in Australien. Sie ist auch aus Neu-Seeland bekannt und endlich gehört sie auch der Flora des Kaplandes an. So besitzt sie also einen eigentlich kosmopolitischen Charakter. Wenn wir sie als die Stammform einer Artenreihe erkennen, die auf das Gebiet der alten Welt beschränkt ist, anderseits einer Gruppe, die mit gleicher Ausschließlichkeit, aber größerer Formentfaltung der neuen Welt angehört, so steht damit ihre geographische Verbreitung durchaus im Einklang. Daß Köhne *L. hyssopifolium* als Deszendenten von *L. thesioides* auffaßt, scheint uns nicht eine natürliche Interpretation der geographischen Thatsachen zu sein. Der Fehler liegt jedoch, wie aus Köhne's eigenen Worten hervorgeht, mehr an der bildlichen Darstellung als in einer nicht zutreffenden Deutung der Thatsachen. »Ob auch *L. thesioides*, schreibt Köhne, ein Abkömmling von *L. hyssopifolium* ist, erscheint zweifelhaft. Ich möchte jene Art lieber für einen Überrest älterer Entwickelungsformen halten, welcher der *Nesaea*-ähnlichen Urform beider Spezies näher stand.« Diese Worte dürften durch die nebenstehende bildliche Darstellung ihren korrekten Ausdruck finden.

Mit den phytogeographischen Thatsachen stimmt dann wieder in überraschender Weise die Stellung von *L. maritimum*. Die phylogenetische Übersicht läßt sie als eine alte Spezies erkennen, welche zu *L. hyssopifolium* in ähnlichem Verhältnis steht, wie die europäischen Deszendenten dieser Art. Sie ist der direkte amerikanische Nachkomme von *L. hyssopifolium*, und daß sie schon sehr frühzeitig sich von dieser Art getrennt hat, dafür spricht die geographische Verbreitung. Sie ist aus Mexiko, dem cisäquatorialen Amerika, den Anden, aus Chile, den Pampas und von den Sandwichinseln her bekannt, kurz sie hat, wenn auch eine einseitige Verbreitung, sofern sie nur auf Amerika beschränkt ist, doch neben *L. hyssopifolium* und *L. salicaria* die größte Ausdehnung.

5. *Ammannia*. Auch diese Gattung gehört, trotz ihrer verhältnismäßig kleinen Artenzahl, zu den am weitesten verbreiteten Lythraceae, also zweifellos mit zu den ältesten Gliedern der Familie.

	Extratrop. Brasilien	Anden	Cisäquatoriales Amerika	Mexiko	Antillen	Prärien	Nordamerik. Waldgebiet	Europäisches Waldgebiet	Steppen	Mittelmeer	Sahara	Kap	Sudan	Madagaskar	Australien	Monsun	Japan
Vorkommende Arten .	3	1	3	3	3	1	3	1	5	2	4	1	13	2	3	6	2
Endemische Arten . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	2	—

Ihrer Verbreitung nach lassen sich die Ammannien in drei Kategorien bringen: in die *Ammannia*-Arten amerikanischer, europäisch-asiatischer Florengebiete und die des Sudan.

In doppelter Beziehung ist der Sudan das von der Gattung bevorzugte Verbreitungsgebiet. 72 % sämtlicher Spezies werden im Sudan getroffen, 44 % aller Arten oder 61 % der im Sudan vorkommenden sind hier endemisch.

Ammannia versicolor ist der europäische Repräsentant der Gattung par excellence, eine in Italien verbreitete Art, die aber auch im Steppengebiet, in Afghanistan, Kurdistan u. s. f. gefunden wird.

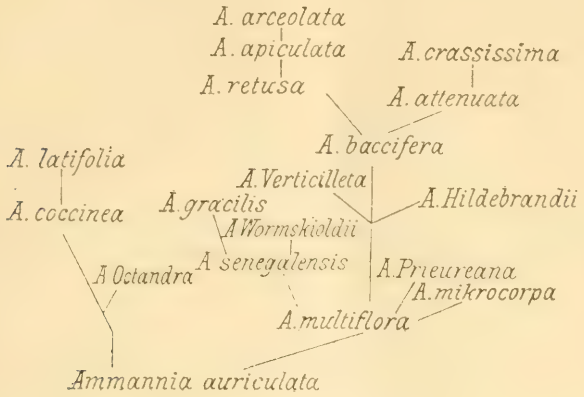
Die amerikanischen Vertreter der Gattung sind die fast kosmopolitische *A. auriculata* und die auch im Sudan heimische *A. coccinea*. *A. latifolia* ist eine spezifisch amerikanische Pflanze. Hier aber findet sie sich vom nordamerikanischen Waldgebiet bis nach Brasilien hinunter.

Die geographische Verbreitung spricht dafür, daß wir in *A. auriculata*, einer überaus formenreichen Art, die älteste, also der Stammform nächststehende Spezies vor uns haben, wenn sie nicht selbst zum Ausgangspunkt der übrigen Spezies genommen werden will. Da sie in so vielen Formen gefunden wird, Köhne nennt 3 Varietäten, wovon var. *α*, *arenaria*, in 5 Formen beschrieben wird, so dürfte die letztere Annahme gerechtfertigt sein.

Aus ihr hatte sich zunächst in Amerika *A. coccinea* entwickelt, eine Art, die von ihrer Stammart durch größere Blüten und kürzere Blütenstiele verschieden ist. Das Vorkommen der Art auf den Philippinen führt Köhne auf das mittlere Amerika zurück. Sie nahm ihren Weg über die von ihr bewohnten Sandwichinseln. In einer Subspezies wird sie auch im Steppengebiet gefunden. Köhne bemerkt zu dieser Form (var. *pubiflora* Köhne): »sie weicht von den übrigen (Subspezies) beträchtlich ab, aber ich weiß sie vorläufig nicht besser unterzubringen«. Es ist also nicht undenkbar, daß wir in dieser Subspezies eine eigene Art haben mit selbständigem Ursprung aus der gemeinsamen Stammart. *A. coccinea* ist dann mit der ausschließlich amerikanischen *A. latifolia* zu verbinden. Sie dürfte sich von jener durch weitere Differenzierung zur Kleistogamie abgezweigt haben (Köhne).

In der alten Welt kommt der Spezies *A. auriculata* eine nicht minder bedeutende Verbreitung zu wie in der neuen. Fast in ihrer ganzen Verbreitung wird sie hier von *A. multiflora* begleitet, einer Spezies, die schon dadurch als eine unmittelbare Deszendentin von *A. auriculata* zu erkennen ist, daß sie von ihr nicht stärker abweicht als die genannten amerikanischen Arten. Sie ist bis zu einem gewissen Grade durch eine in entgegengesetztem Sinne wie bei *A. coccinea* sich äußernde Variabilität der Stammart entstanden. Von dieser ist sie wesentlich durch kleinere Blüten, Verkürzung der Staubfäden und des Griffels verschieden. Ungefähr gleiche Verbreitung wie die beiden genannten Arten besitzt die *A. baccifera*. Ihr Ursprung dürfte also auch nicht allzuweit von der gemeinsamen Stammform der *Ammannia* abliegen. Köhne führt sie auf *A. multiflora* zurück, aus welcher sie sich »durch Verkürzung der Blütenstiele und Verlust der Petala wie des Griffels entwickelt haben wird«. In die Variabilitäts-

richtung, welche zur Bildung von *A. baccifera* führte, gehört auch die im Mittelmeergebiet, dem europäischen Waldgebiet und dem Steppengebiet heimische *A. verticillata*. Sie ist gewissermaßen eine etwas weniger extrem ausgebildete Art dieser Richtung. — Der phylogenetische Zusammenhang der verschiedenen Spezies ist so durch nachfolgendes Bild zu versinnlichen.



Suchen wir nunmehr an Hand der geographischen Verbreitung der Gattungen deren phylogenetische Beziehungen zu ermitteln, so lassen wir zur uns im allgemeinen vom gleichen Grundsatz leiten, der bei den Spezies Anwendung kam. Genera weiter Verbreitung dürfen ein höheres Alter beanspruchen, die geringe Verbreitung einer Gattung, also natürlich und vor allem deren Endemismus, spricht im allgemeinen für deren relative Jugend.

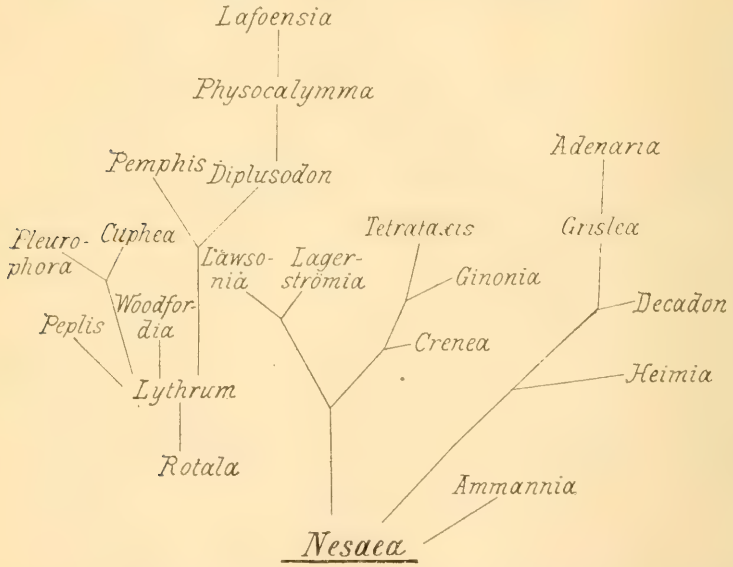
Ordnen wir die Gattungen nach der Zahl der von ihnen bewohnten Florengebiete: *Rotala*, *Ammannia* und *Lythrum* kommen in 17 Florengebieten vor, *Cuphea* in 9, *Lawsonia* in 8, *Nesaea* in 6, *Peplis* in 5, *Lafoensia*, *Heimia* und *Adenaria* in 5, *Woodfordia*, *Pemphis* und *Lagerstroemia* in 4, *Physocalymma* und *Crenea* in 3, *Pleurophora*, *Grislea* und *Ginoria* in 2, *Cuphea*, *Decodon* und *Tetrataxis* je in einem.

Die Zahl der Florengebiete, welche von einer Gattung bewohnt werden, läßt nun allerdings die Größe der Verbreitung nicht immer im richtigen Licht erscheinen. Aus unserer Tabelle möchte man z. B. die Gleichwertigkeit der Verbreitung der Gattungen *Peplis*, *Lafoensia*, *Heimia* und *Adenaria* erschließen. Da wir aber beobachten, daß die Florengebiete, in denen *Adenaria*, *Lafoensia* und *Heimia* verbreitet sind, in unmittelbarem oder nahezu unmittelbarem Zusammenhang stehen, wird das Verbreitungsgebiet der Gattung *Peplis*, die der alten und neuen Welt angehört, als ein größeres zu taxieren sein. Es kann sonach selbst der Fall eintreten, daß eine Gattung, die in einer größeren Zahl von Florengebieten getroffen wird, doch ein kleineres Verbreitungsgebiet hat als eine andere Gattung. So repräsentieren z. B. die 9 Gebiete, in denen *Cuphea* gefunden wird, ein kleineres Verbreitungsgebiet als die 6 Floren-

* In obigem Holzschnitt soll es heißen *verticillata* und *microcarpa*.

gebiete der Gattung *Nesaea*. Von solchem Gesichtspunkt ausgehend sind die folgenden Genera als die verbreitetsten und sonach ältesten zu erklären: *Rotala, Ammannia, Lythrum, Nesaea* und *Peplis*, diejenigen Gattungen, welche in Florengebieten der alten und neuen Welt vorkommen, also wohl auf den circumpolaren Ursprung der Gattungen bez. der Familie hindeuten. Alle übrigen Genera gehören entweder und zwar vorwiegend der neuen Welt, namentlich Zentral- und Südamerika an, oder der alten Welt, wo sie entweder im Sudan oder im Monsungebiet ihre vorzüglichste Verbreitung haben.

Welche unter den genannten Gattungen als Stammform aufzufassen ist, darüber können nun wohl die phytogeographischen Beziehungen keinen entsprechenden Aufschluß geben. Die detaillierten Relationen sind eben nicht auf Grund einer einseitigen Betrachtung zu erschließen. Vereint mit den morphologischen Thatsachen lassen sie nach Köhne folgenden Stammbaum der Gattungen als den wahrscheinlichsten erscheinen:



Dieser Stammbaum steht mit den phytogeographischen Relationen im allgemeinen ebensowohl im Einklang wie mit den morphologischen Beziehungen, welche Köhne durch ihn in erster Linie ausdrücken will. Die verbreitetsten Gattungen, die der alten und neuen Welt gemeinsamen, bilden dessen Basis. Kleinere natürliche Gruppen, wie z. B. die die Unterfamilie der Diplusodontoideae bildenden 3 Gattungen *Diplusodon, Physocalymma* und *Lafoensia*, welche ihre stärkste Verbreitung in Brasilien haben, erscheinen auch in geographischer Beziehung als Zusammengehörige.

Winterthur. Dr. Rob. Keller.

* In obigem Holzschnitt soll es heißen *Ginoria* und *Decodon*.

Litteratur und Kritik.

J. Kiessling: Die Bewegung des Krakatau-Rauches im September 1883. (Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wissensch., 10. Juni 1886.)

Gegen die anfänglich wohl von den meisten Naturforschern geteilte Auffassung der anomalen Dämmerungserscheinungen 1883 und 1884 als einer Nachwirkung des Krakatau-Ausbruches sind neuerdings verschiedene Gelehrte, zumal Italiener, mit Gründen aufgetreten, welche jedenfalls beachtet zu werden verdienen. Es ist deshalb aber auch wichtig, von jedem Versuche einer Bestätigung der zuerst aufgestellten Hypothese Notiz zu nehmen. Anknüpfend an die neuerdings von Siemens bekannt gegebenen Gesetze der Luftzirkulation, gegen welche voraussichtlich aber noch mancher Widerspruch sich erheben wird, bezeichnet es Kiessling als wahrscheinlich, daß die beiden ungleich heftigen Eruptionen vom 20. Mai 1883 und vom 27. August gleichen Jahres ihre Rauch- und Staubmassen auch zu verschiedener Höhe emportrieben, und zwar in der Weise, daß die Produkte des ersten Ausbruchs nur bis zur unteren, diejenigen des zweiten dagegen bis zur oberen Passatströmung gelangt seien. Es müßten dann vom zweitgenannten Tage an Rauchwolken in spiralig die Erde umkreisenden Bahnen fortgetrieben worden sein, im allgemeinen der ostwestlichen Richtung folgend.

Um hierüber Klarheit zu erhalten, fertigte Kiessling eine kartographische Skizze der Äquatorialzone mit Hervorhebung derjenigen Punkte an, in welchen den Schiffsjournalen zufolge die vulkanischen Rauchwolken sichtbar gewesen sind. Es fand sich, daß der größte Teil der Rauchmasse den Äquator überschritten hat, daß diese selbst aber keineswegs eine kompakte Rauchwolke im Sinne Bishop's und Verbeek's bildete, sondern in eine ganze Reihe von teilweise sehr schmalen Wolken sich auflöste. Höchstens die mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit läßt sich unter diesen Umständen berechnen; man findet 36 m bis 40 m in der Sekunde. Kleinere Wölkchen, die sich abgetrennt haben, bleiben in der Bewegung zurück. Sowie ein Schiff in den Rayon einer solchen Dunstmasse gerät, tritt zuerst die charakteristische blaue oder grüne Färbung der Sonne und nachher eine Steigerung in der Pracht der Dämmerungsfarben hervor. Einzelne Säulen hielten eine südwestliche, andere eine nord-nordöstliche Richtung ein, so daß auch in China und Japan die

analogen Wahrnehmungen gemacht werden mußten. Zum Schlusse wendet sich Kiessling gegen die beiden Gründe, durch welche hauptsächlich die Lehre eines Zusammenhangs der merkwürdigen vulkanischen und optischen Phänomene zu entkräften versucht worden ist, daß nämlich die Menge des der Atmosphäre einverleibten Staubes doch keine gar so enorme gewesen sein könne und daß die Fremdkörperchen sich nicht Jahre lang gegen den Einfluß der Schwerkraft in den hohen Regionen zu behaupten vermöchten. Sowohl durch experimentelle Belege als auch durch den Hinweis auf die im Sommer 1831 nach dem submarinen Ausbruch im tyrrhenischen Meere beobachteten Erscheinungen glaubt der Verf. jene beiden Einwände als unberechtigt nachweisen zu können.

S. Günther.

Über Wissen und Glauben. Von Dr. Alois Geigel, Professor der Medizin an der Universität Würzburg. Leipzig, F. C. W. Vogel 1884; 82 Seiten kl. 8^0.

Eine litterarische Arbeit, sei es eine wissenschaftliche oder eine dichterische Leistung, wirkt auf den Leser nur selten in gänzlicher Unabhängigkeit von dem ein, was derselbe Verfasser bereits früher geschaffen hat. Je bekannter ein Name, desto größer ist das Vorurteil, welches sich zu seinen Gunsten oder Ungunsten bei jeder neuen Veröffentlichung geltend macht und den eigentlichen unmittelbaren Eindruck beeinträchtigt. Selbstverständlich leidet darunter auch das Urteil des Kritikers. Die Aufgabe einer möglichst vorurteilsfreien Kritik wäre somit: das Werk in erster Reihe vollkommen getrennt von seinem Urheber, d. h. seiner bisherigen litterarischen Thätigkeit zu prüfen und erst dann ein summarisches Urteil abzugeben, wenn sich dazu genügende Anhaltspunkte vorfinden. — Eingedenk dieses wollen wir für den Augenblick vergessen, daß Dr. Al. Geigel Professor der Medizin ist und F. C. W. Vogel zu den bekanntesten medizinischen Verlegern gehört, daß man folglich alle Berechtigung hätte, von dem vorliegenden Büchlein erkenntnistheoretische Erörterungen oder die Darstellung der eigenen Erfahrungsresultate des Verfassers zu erwarten; sehen wir zu, was dieses sein Buch uns bietet. Das kurze Vorwort erweckt das Interesse durch die Bemerkung, es gehöre Mut dazu, dieses Werk zu veröffentlichen, welches »allerwärts auf Feinde stoßen, Freunde kaum in großer Zahl gewinnen wird«. Die Einleitung bildet das poetische Gleichnis eines über den stillen See gleitenden Boots mit dem Abendsterne, der über weite Meere hinaus lautlos seine sichere Bahn wandelt. Der menschliche Gedanke schweift noch freier und flüchtiger in die unermeßlichen Räume des Weltalls, indem er nach Wahrheit und Klarheit sucht. Der angeborne Wahrheitsdrang bleibt nach der Meinung Geigel's unbefriedigt von allen jenen Glaubenslehren, denen man mit dem Eintritt in das Leben — ohne Wahl — verfällt. Jeder Glaube behauptet allein die ganze Wahrheit zu besitzen und wird frühzeitig dem kindlich frommen Sinne gelehrt. In dem Maße als das Urteil des Mannes reifer wird, genügt es ihm nicht

mehr, dem Glauben aufs Wort zu vertrauen; er will durch seine Vernunft von jener Wahrheit überzeugt sein, die er bekennen will — nur das glauben, was er weiß. Darum zieht er den Zweifel vor, der oft die Verzweiflung am Wissen, oft die demutsvolle Rückkehr zum Gottesglauben herbeiführt. Selbst die Verläßlichkeit jeder Denkarbeit erscheint durch das Bewußtsein eigener Schwäche und der Gewißheit, irre zu gehen, in Frage gezogen: man kann doch nur durch den gesunden angebornen Menschenverstand beurteilen, ob dieser unser Verstand wirklich leistungsfähig ist (S. 5) und ob wir ihn auch richtig anwenden. Das ist ein Kreisgang, aus welchem man sich einzig durch den Gedanken rettet, daß für die Wahrheit sich endlich solch ein schlichter, einem jeden einleuchtender Ausdruck finden wird, der ohne weiteres glaubwürdig, weil vom Verstande vollkommen verstanden sein wird. Deshalb ist jedermann zum freien Denken berechtigt, zum Ringen nach Wahrheit verpflichtet, und wen »bei seinem stillen Denken kein anderer Stern geleitet hat, als nur die Wahrheit« — der darf »mit durchgedachter Rede hin vor alles Volk treten«. Wem diese viel verheißenden Schlußworte des ersten Abschnitts den Gedanken nahelegen würden, daß Dr. Geigel ein solcher stiller Denker ist und wenigstens Etwas von jener Urwahrheit dem Erkenntnis-Begierigen enthüllen wird, an die man glauben und die man gleichzeitig verstehen, wissen könnte, — dessen Erwartung bleibt gänzlich unerfüllt. Zwar werden vom Verf. Hegel's Weltvernunft, Schopenhauer's Weltwille, die Atomistik der Materialisten samt der Kraft- und Stoff-Lehre gestreift, um den bekannten Satz aufzustellen: das Unvermögen der menschlichen Sinne, alles im Weltall Vorhandene wahrzunehmen, beweist die Notwendigkeit eines durch Thatsachen unverbürgten Denkens alias Glaubens. Doch nachdem Verf. die Unvermeidlichkeit des Glaubens auf wissenschaftlichem Gebiete dargestellt hat, folgert er hieraus die Notwendigkeit des religiösen Glaubens und verbleibt von nun an ausschließlich auf religiösem Gebiete. Da macht er nun den überraschenden Vorschlag, der christlichen Religion zu entsagen, weil sie, »aus dem tiefen Abscheu vor dem Dasein seuchenhaft herangewachsen«, Widersprüche in sich selber enthält, weil ihre »Hohenpriester« den Gläubigen Erlösung vom Übel und Tod verkündigten, ihr Wort aber trotzdem nie einlösen konnten (S. 59). Geigel predigt infolgedessen die Rückkehr zur Religion der Germanen mit ihrem einäugigen Odin, herrlichen Balder, Freya, Walküren, Nornen u. s. w. Das erklärt uns auch mit einemmale, warum das ganze kleine Buch in einem absonderlichen Stil geschrieben ist, der an alte Sagen und Lieder, ja stellenweise an die Operntexte Rich. Wagner's erinnert: die Phantasie des Lesers soll nämlich durch die oft schwerfällige und doch oft poesie- und gedankenvolle poetische Behandlung des Stoffes angeregt, es bewirken, daß der Verstand den Glauben an jene Gottheiten zulasse.

Übrigens schließt Verf. insofern einen Kompromiß mit den Verstandesanschauungen, als er dem »erstgeschaffenen Asensohn, dem Allvater Schöpfer« einige moderne Charakterzüge beilegt: Allvater ist kein Wunderthäter; er kämpft unsern Kampf ums Dasein, »gegen Böses um Gutes willen ringend«, er gehorcht selbst den »unverbrüchlichen« Ge-

setzen der Natur und ist entwickelungsfähig, denn »sein Erscheinen gestaltet sich von Erscheinung zu Erscheinung göttlicher«.

Wir finden, daß diese Modernisierung der ursprünglichen Naturmächte-Religion, wie sie unsere Vorfahren besaßen, die Glaubenstheorie Geigel's weder begründeter noch anziehender macht. Der wissenschaftliche Idealismus, dessen Probleme eine solche Theorie nicht zu lösen versucht, sondern unter dem Namen unverbrüchlicher Gesetze der Lösung bloß entrückt, jener Idealismus, sagen wir, wird nach wie vor, unbeirrt von religiös-symbolischen Vorstellungen, das Gebiet der Religion dem Gemüte einräumend, den Geist unaufhaltsam zur weitern phantasiefreien Erkenntnis des wahren Wesens und Zusammenhangs sowohl der wahrnehmbaren wie der denkbaren Dinge leiten. Ein ernster wissenschaftlicher Forscher, wenn er auch sein Unvermögen, das endliche Lösungswort des Wissens auszusprechen, zeitweise schmerzlich empfindet und an der Sterilität der reinen Spekulation verzweifelt, ist doch dadurch keineswegs auf die Verzweiflung am Wissen selbst oder unbedingt auf den religiösen Glauben angewiesen. Man gewöhnt sich als Forscher ab, die letzten Gründe der Dinge wissen zu wollen, man ergreift hier die Hand der Philosophie. Thatsachen, Fortschritte des Wissens beweisen uns, daß die geringste wirkliche Errungenschaft des menschlichen Wissens den Ausgangspunkt zum weiteren Forschen bildet, wenn wir auch selbst in die unmittelbaren Gründe der Dinge noch viel weniger eingedrungen sind, als wir es wünschen; endlich begeistert den Idealisten der Gedanke, daß so wenig als ein materieller positiver Gegenstand in der Natur, so wenig auch ein Resultat geistiger Arbeit vollkommen vernichtet werden kann, trotzdem die Erkenntnisse oft verloren gehen und später wieder sichergestellt werden müssen. — Die Form wechselt, der wesentliche Teil aber besteht in anderer, vielleicht glücklicherer Zusammensetzung fort und hat seine Zukunft im Dienste der Menschheit. Das Bewußtsein, zur Erreichung des höchsten idealen Guts der Menschheit auf Erden nach Kräften beigetragen zu haben und darum im Geiste dieser Menschheit fortzuleben, ist viel erhebender, uneigennütziger und trostreicher für einen frei Denkenden als der Glaube an alle die Walhalla-Götter.

Und der unaufgeklärte, religiöse Idealismus? Dieser möge sich nur hüten, den neuen Göttern die Pforte zu öffnen, denn sie wollen ihm das Herrlichste rauben: das Gefühl der Solidarität mit dem allmächtigen Beschützer, der den Gläubigen zu Liebe, durch ihren Glauben, Wunder wirkt, ihre Gebete erhört und ewige Seligkeit spendet. Es hieße die moralische Macht der Religion lähmen, wollte man menschenartige Götter annehmen.

Zu Ende unseres Referats angelangt, müssen wir darauf verzichten, ein »summarisches«, an frühere Werke Dr. Geigel's sich anschließendes Urteil über sein »Wissen und Glauben« auszusprechen, weil jene früheren Erzeugnisse insgesamt zur Sphäre des positiven Wissens gehören; dieses dagegen ist im ganzen Großen ein didaktisches Gedicht in Prosa.

L. Schmidt-Akilow.

Bibliographie.

System der Nationalökonomie. Von **Gustav Cohn.** Band I. Grundlegung. Stuttgart, Enke. 1885. 650 S. gr. 8°.

Auf dem Gebiete der Nationalökonomie war bis vor ganz kurzem in deutschen Landen jene Schule herrschend, welche die Volkswirtschaftslehre nach ROSCHER als Lehre von den Entwickelungsgesetzen des wirtschaftlichen Lebens der Völker bezeichnete. Abgesehen davon, daß die großen Historiker der Idee solcher Entwickelungsgesetze, einer schematisch-gleichartigen Entwickelung der Völker, feindlich gesinnt sind, ist es bisher keineswegs gelungen, solche Entwickelungsgesetze aufzustellen. Auch auf dem wirtschaftsgeschichtlichen Gebiete nicht! Obwohl nun das vorliegende Buch der historischen Schule deutscher Nationalökonomen nahesteht, ist es in demselben von solchen Gesetzen ganz still und in dieser Rücksicht interessiert es die Leser des Kosmos. Im übrigen ist die Bezeichnung des Werkes im Titel als „Lesebuch" sehr charakteristisch und richtig. SCH.

Mimik und Physiognomik. Von Dr. **Th. Piderit.** Zweite neubearbeitete Auflage, mit 95 photolithographischen Abbildungen. Detmold, Meyersche Hofbuchhandlung. 1886. XII. 212 S. gr. 8°.

New Physiognomy. By **S. R. Wells.** With more than one thousand Illustrations. New York, Fowler & Wells Co. 1886. 768 S. gr. 8°.

Zweck des PIDERIT'schen Werks ist die physiologische Untersuchung der mimischen Gesichtsmuskelbewegungen. Jede Vorstellung erscheint dem Geiste gegenständlich, sagt Verf. (S. 37), und die durch die Vorstellungserregungen veranlaßten mimischen Muskelbewegungen beziehen sich auf diese imaginären Gegenstände der Vorstellungen. Den Schlüssel zum Verständnis aller mimischen Muskelbewegungen findet er in dem Satze, daß sich die durch angenehme oder unangenehme Vorstellungen verursachten mimischen Muskelbewegungen auf harmonische, d. h. angenehme oder auf disharmonische, d. h. unangenehme Sinneseindrücke beziehen. Mit anderen Worten: die durch angenehme Vorstellungen veranlaßten mimischen Muskelbewegungen sind derart, als sollte durch sie die Aufnahme harmonischer Sinneseindrücke erleichtert und unterstützt werden, während bei unangenehmen Vorstellungen die mimischen Muskelbewegungen derart sind, als sollte durch sie die Aufnahme disharmonischer Sinneseindrücke erschwert und verhindert werden.

Den Anhang zu den mimischen Belegen hierzu bildet die Untersuchung der Bewegungen der Extremitäten in Beziehung zum Gehörsinn und der Physiologie des Tanzes (S. 102 fg.).

Die Physiognomik (II. Teil des Werkes) bildet ein notwendiges, aber nebensächliches Anhängsel des Buches. Verf. beabsichtigt nicht, Regeln anzugeben, wie man aus äußeren Merkmalen am Menschen den Charakter und die inneren Eigenschaften erkennen soll. Es ist (S. 137) „für die Beurteilung eines Menschen „nicht sowohl der bleibende als vielmehr der momentane Ausdruck maßgebend", nicht die Physiognomik, sondern die Mimik. Das Mienenspiel gewährt einen sicheren Einblick nicht allein in den momentanen Seelenzustand, sondern bis zu einem gewissen Grade auch in seine Individualität; — die sich unverhältnismäßig oft und bei geringfügigen Anlässen wiederholenden mimischen Bewegungen bilden sich mit der Zeit zu physiognomischen aus" (S. 138 u. 169).

Der Phrenologie steht der Verfasser, dessen reichhaltiges Buch diese wenigen Zeilen bloß im groben Umriß skizzieren, feindlich gegenüber. Nicht so S. R. WELLS. In Amerika besteht ein wahrer Kultus für Phrenologie, welche man unter „Physiognomik" mitbezeichnet. Auch in WELLS' „New Physiognomy" ist die Physiognomik zu sehr mit Phrenologie verquickt, welche bei den Gelehrten sehr in Mißkredit geraten ist. Ein Kapitel behandelt bei WELLS auch die Stimme und die Handschrift, jedoch nicht mit Kenntnis des auf dem Gebiete der Graphologie bisher Geleisteten. SCH.

Illustrierte Flora von Nord- und Mittel-Deutschland. Von **H. Potonié.** Mit einer Einführung in die Botanik. Zweite verm. u. verbess. Aufl. Berlin, Brachvogel & Boas 1886. VIII, 428 S. 8°.

Dieses treffliche, seinen Zweck vorzüglich erfüllende Werk, dessen Erscheinen wir vor kaum Jahresfrist[1] mit Freuden begrüßten, liegt bereits in 2. Auflage vor uns, es hat also offenbar die verdiente allgemeine Anerkennung gefunden, was auf dem Gebiete der Floristik gewiß nicht leicht war. In der neuen Ausgabe sind als willkommene Zuthaten und Verbesserungen zu bezeichnen eine Inhaltsübersicht, dann die vollständig umgearbeitete „Tabelle zur Bestimmung der Dikotylen-Familien", mancherlei kleinere Nachträge, eine beträchtliche Erweiterung des Registers (es nimmt jetzt nicht weniger als 32 dreispaltige Seiten ein) und endlich im Anhang eine fast allzu kurze, allgemein verständliche Darstellung des wesentlichsten aus der Phytopaläontologie sowie ein Verzeichnis, das die medizinisch-pharmazeutischen Pflanzen des Gebiets nebst den Namen der davon gewonnenen Arzneimittel aufzählt. Zur Charakteristik des Buches sei nochmals daran erinnert, daß es im Gegensatz zu fast allen anderen Floren (etwa Dalla Torre's „Alpenpflanzen" ausgenommen) ein Hauptgewicht auf biologische, pflanzengeographische u. s. w. Verhältnisse legt und sich entschieden auf den Boden der Entwickelungslehre stellt. B. V.

Die Praxis der Naturgeschichte. Von **Philipp Leopold Martin.** Ein vollständiges Lehrbuch über das Sammeln u. s. w. u. s. w., nach den neuesten Erfahrungen bearbeitet. I. Teil: Taxidermie oder die Lehre vom Präparieren, Konservieren und Ausstopfen der Tiere und ihrer Teile; vom Naturaliensammeln auf Reisen und dem Naturalienhandel. 3. verbess. Aufl., revidiert v. Leopold u. Paul Martin unter Mitwirkung v. Konservator Hodek. Mit Ph. L. Martin's Bildnis und einem Atlas, enth. 10 Taf. nach Zeichnungen v. L. Martin. Weimar, B. Fr. Voigt. 1886. XVI, 185 S. 8°.

Soviel auch von mancher Seite gegen die Form und den Aufbau des Martin'schen Werkes erinnert worden ist, sein gediegener, fast durchweg auf eigenes unermüdliches Arbeiten und Probieren gestützter Inhalt hat demselben doch den verdienten Erfolg eingetragen. Nachdem es erst vor 4 Jahren mit der zweiten Hälfte des III. Teils vollständig geworden, liegt der I. Teil bereits in dritter, der II. in zweiter Auflage vor. Der eigenartige Wert des Buches liegt eben darin, daß hier künstlerischer Geschmack und Begeisterung für lebenswahre, wirklich schöne und würdige Darstellung der ausgestopften oder sonstwie konservierten Tiere sich in seltener Weise mit gründlichster Kenntnis und Erfahrung in allen Einzelheiten der Praxis verbindet. Die neue Auflage der „Taxidermie", mit dem Bilde des zu Anfang dieses Jahres verstorbenen Verf. geschmückt, ist von seinen Söhnen, welche von Jugend auf an den Arbeiten des Vaters thätigen Anteil genommen, namentlich in dem Kapitel über Beobachtung und Präparation der Tiere wesentlich umgearbeitet und durch mehrere Abschnitte über das Sammeln von höheren und niederen Tieren, von Pflanzen, Mineralien u. s. w. auf Reisen bereichert worden, so daß es jetzt auch als Handbuch für Forschungsreisende sehr empfehlenswert erscheint. Der Atlas erläutert auf 3 Tafeln die verschiedenen Stadien der Präparation, das Maßnehmen etc. bei Säugetieren und Vögeln und gibt im übrigen zahlreiche Vögel in besonders charakteristischen Stellungen mit Rücksicht auf Gefiederhaltung, Gesichtsausdruck etc. wieder. — Gleich uns wird gewiß noch mancher Leser den Bemerkungen, welche im Vorwort sowie hier und da im Text über die hergebrachte Einrichtung unserer zoologischen Sammlungen zu finden sind, seine aufrichtige Zustimmung nicht versagen können; wir denken diese Frage demnächst ausführlicher zu erörtern. – Zu bedauern bleibt nur, daß die mannigfaltigen grammatischen und stilistischen Mängel des Buches, die man dem Verf. im Hinblick auf seinen Bildungsgang und seine großen Verdienste gern verzieh, auch in der neuen Auflage nicht oder wenigstens lange nicht völlig beseitigt sind. Daß dieselbe auch an Druckfehlern reich ist, läßt sich hiernach wohl begreifen. Ich glaube kaum, daß irgend ein englischer oder französischer Autor sich in diesem doch nicht so ganz unwesentlichen Punkte einer derartigen Nachlässigkeit schuldig machen würde. B. V.

[1] s. Kosmos 1885 II, S. 237.

Ausgegeben den 30. September 1886.

Kant und die Naturforschung.

Eine Prüfung der Resultate des idealistischen Kritizismus durch den realistischen.

Von

Albrecht Rau.

(Fortsetzung.)

III. Die transscendentale Ästhetik.

Allgemeine Betrachtungen. Keine Frage hat der idealistischen Weltauffassung mehr zu schaffen gemacht als die, wie es denn kommt, daß diese anschaulich gegebene Welt von dem sich selbst Gesetz seienden Geiste vorgestellt und begriffen werden kann. Um diese Schwierigkeit in ihrem ganzen Umfange würdigen zu können, müssen wir zunächst feststellen, worin das Wesen unseres Vorstellens und Begreifens nach unserer realistischen Auffassung besteht. Alles Vorstellen beruht, wie wir wissen, auf einer Reproduktion gehabter Sinneseindrücke. Bei dem Kinde, welches z. B. einen Löwen in einer Abbildung oder ausgestopft oder lebend kennen gelernt hat, entwickelt sich, wenn es diesen Namen hört und nun versucht, das darunter Verstandene sich zu veranschaulichen, eine Vorstellung von dem Tiere, welche dem Sinneseindrucke entspricht, durch den es von demselben Kenntnis gewann. Vor seinem Erinnerungsvermögen liegt vielleicht eine Kinderfibel, in der unter anderen Tieren ein Löwe abgebildet war, oder vor seinem Auge erhebt sich ein Museum, in welchem Löwe, Tiger und Panther friedsam nebeneinander stehen, oder ein zoologischer Garten, in welchem sie getrennt und wohl verwahrt sich befinden. In keiner Weise verschieden von dieser Art des Kindes, sich die Bedeutung von Worten, welche unmittelbar auf konkrete Dinge gehen, zu veranschaulichen, ist die des gebildeten und denkenden Mannes: immer erwacht in ihm, wenn er sich ein bestimmtes Ding veranschaulichen oder in die Erinnerung zurückrufen will, nicht allein die Vorstellung von diesem, sondern er findet seine Vorstellung immer vergesellschaftet mit an deren Dingen, welche er in Verbindung mit jenem Dinge wahrzunehmen pflegte. Ich will mir z. B. die Person des N. N. vorstellen und siehe da, vor meinen Augen sitzt jene ganze Gesellschaft von Männern,

in welcher ich N. N. jüngst antraf, oder ich sehe ihn in seinem Atelier an jenem Bilde malen, welches zu besichtigen er mich eingeladen hatte, oder ich sehe ihn, wie er mir die Hand drückt und er sich dann mit einem »Gute Nacht« entfernt. Weil nun unsere Fähigkeit, wahrgenommene Dinge in die Erinnerung zurückzurufen, uns diese nie völlig rein, sondern immer vergesellschaftet mit anderen gleichzeitig wahrgenommenen Dingen zeigt, so ist der naive und inkonsequente Idealist in den meisten Fällen geneigt, Wahrnehmen und Vorstellen zu jenen sinnlichen Vorgängen zu rechnen, deren Aufhellung er um so lieber dem Naturwissenschafter, in specie dem Physiologen überläßt, als er es unter seiner Würde findet, sich mit solch niedrigen, gewöhnlichen Dingen zu beschäftigen. Er hat es ja nach seiner Meinung nur mit dem ganz Abstrakten d. i., wie er glaubt, mit dem völlig Reinen, von dem Sinnlichen Befreiten zu thun.

Ganz anders scheint aber der Sachverhalt zu liegen bei jener Art unseres Denkens, welche wir als Begreifen oder Erklären oder in Summa als »Erkenntnis haben« bezeichnen. Hier ist bei oberflächlicher Betrachtung das Kind scharf getrennt von dem denkenden Manne, der Gebildete von dem Ungebildeten, die unwissenschaftliche oder doch allzu populär gefaßte Deutung von der streng wissenschaftlichen. Das Kind, welches die Wirkung der Flamme auf die Haut noch nicht kennt, wird nach derselben greifen, ganz wie es gewohnt ist, nach anderen glänzenden Gegenständen zu greifen, und sich verbrennen. Es ist nun allerdings zu der schmerzlichen Einsicht gelangt, daß gewisse glänzende Gegenstände bei der Berührung die Hand versengen, andere dagegen nicht. Diese Gleichartigkeit des Aussehens verbunden mit der Ungleichartigkeit der Wirkung auf die Haut erregen das Nachdenken des Kindes und es sucht Auskunft bei der Mutter. Dieselbe erklärt ihm, daß die Flamme heiß ist, daß heiße Gegenstände die Haut versengen, und erinnert dabei an den geheizten Ofen oder macht aufmerksam auf den glühenden Bügelstahl, mit dem sie soeben die Wäsche glättet. Die Wißbegierde des Kindes, sein »Kausalitätsbedürfnis« ist damit vorläufig befriedigt.

Nun fragt es sich: hat die Mutter wirklich dem Kinde eine Erkenntnis beigebracht, hat sie den Grund angegeben, warum die Flamme bei der Berührung Schmerzempfindungen verursacht? Wir können nicht umhin zu gestehen, daß wir die Erklärung der Mutter als für das Kind völlig zureichend betrachten. Aber ist die gegebene Erklärung auch in wissenschaftlicher Hinsicht genügend, ist darin alles enthalten, was wir dermalen als zu einer wissenschaftlich exakten Erklärung erforderlich bezeichnen? Diese Frage müssen wir entschieden verneinen. In erster Linie finden wir es ungenügend, daß das Physiologische des Vorgangs mit keinem Worte erwähnt ist. Das Kind glaubt den Schmerz an der Hand zu empfinden, die Mutter ist wahrscheinlich derselben Meinung. Wir wissen, daß jede Nervenreizung erst im Gehirn zur Empfindung wird; Hautstellen, deren Nerven in keinem Zusammenhange mit dem Gehirne stünden, würden empfindungslos erscheinen. Aber auch in physikalischer und chemischer Hinsicht finden wir die Frage nicht richtig beantwortet. Zunächst müssen wir es als falsch bezeichnen, daß die Flamme kurzweg zu den Gegenständen gerechnet wurde. Als Gegenstand kann nur das

betrachtet werden, was bis zu einem gewissen Grade als dauernd vorausgesetzt wird. Die Kerze, das Petroleum, das Gas sind Gegenstände oder Körper, nicht aber die Flamme, welche daraus entwickelt wird; denn diese beharrt keinen Augenblick und fortwährend treten neue Stoffteile in sie ein, um sofort wieder in anderen Verbindungsformen auszuscheiden. Durch den Vorgang selbst wird der ursprüngliche Körper seiner spezifischen Natur nach unwiederbringlich zerstört. Ferner bedarf es einer bestimmteren Angabe, warum die Flamme heiß ist. Heiß kann ein Körper aus den verschiedensten Ursachen werden: 1) weil er gegen einen anderen Körper anhaltend gerieben, weil, wie wir heute sagen, Arbeit in Wärme verwandelt wird; 2) weil er mit stark erhitzten Körpern längere Zeit in Berührung war, also seine Wärme durch Leitung empfing; 3) weil er Wärme und Licht ausstrahlenden Körpern ausgesetzt war; 4) weil er einer chemischen Veränderung unterliegt. Nun wir wissen, daß das Heißsein der Flamme die Folge jenes intensiven chemischen Prozesses ist, den wir als Verbrennung bezeichnen. Die Flamme ist ein brennendes Gas, und es gehört zu den Kriterien aller Verbrennungsprozesse, daß sie unter Licht- und Wärmeentwickelung stattfinden. Damit wollen wir die wissenschaftliche Erklärung vorläufig abschließen und nun untersuchen, worin das Wesen der beiden Arten der Erklärung liegt. Die Mutter hat das Faktum, daß das Kind sich die Hand verbrannte, dadurch erklärt, daß sie die Flamme als heiß bezeichnete. Heiß ist aber eine Eigenschaft, deren Wirkung das Kind an jedem anderen heißen Körper beobachten kann. Worin liegt nun das Wesen der gegebenen Deutung? Einfach darin, daß die erste Thatsache: die Flamme verbrannte die Haut, durch die zweite Thatsache, welche die Mutter davon aussagte, nämlich: die Flamme ist heiß, aufhörte, ein isoliert dastehendes Faktum zu sein, und in eine Reihe anderer Thatsachen eintrat, aus welchen es dann als ein Spezialfall abgeleitet, d. i. erklärt werden kann. Die Erklärung der Mutter ließe sich in folgende logische Formel kleiden: Alle heißen Körper verbrennen bei der Berührung die Haut, die Flamme ist ein heißer Körper, folglich mußtest du dir daran die Haut verbrennen. Das Kind begreift demnach die Wirkung der Flamme, indem es lernt, dieselbe auf die Wirkung analog beschaffener Gegenstände zu beziehen und dann daraus abzuleiten. Abstrakt ausgedrückt heißt dies: ein Faktum wird erklärt, wenn man es unter andere allgemeinere oder der Anschauung näher liegende Fakta subsumiert, indem man daran ein Merkmal auffindet, welches es mit diesen gemeinsam hat.

In der wissenschaftlichen Erklärung wird die Ursache des Heißseins der Flamme deutlich angegeben: es ist die Folge der darin stattfindenden Verbrennungsprozesse. Einerseits wird klar subsumiert und jeder Zweifel über die Richtigkeit der gegebenen Erklärung beseitigt, weil jeder beliebige andere Verbrennungsvorgang als Beleg dienen kann, anderseits wird die Kausalkette verlängert, und dadurch die Einsicht umfangreicher. Wir können die Erklärung etwa in folgende Formel bringen: In der Flamme finden heftige Verbrennungsprozesse statt; alle Verbrennungsprozesse sind von Licht- und Wärmeentwickelung begleitet. Daraus folgt, daß die Flamme heiß sein und ihre Berührung die charakteristische

Wirkung der Hitze auf die Haut zur Folge haben muß. Aber das Wesen der Erklärung ist in beiden Fällen genau dasselbe: denn immer wird das Faktum erklärt, indem es einer Gruppe von anderen Thatsachen eingereiht wird; wir erklären Thatsachen durch Thatsachen. Man könnte nun allerdings versuchen, die Kausalkette noch mehr zu verlängern, man könnte fragen: was ist die Ursache der Hitze bei den Verbrennungserscheinungen? Die Beantwortung dieser Frage läge dann darin, daß man den chemischen Prozeß der Verbrennung als einen besonderen Fall allgemein physikalischer, etwa elektrischer oder mechanisch-thermischer, oder beider zusammen, Erscheinungen nachwiese. Da es aber bis zur Zeit nicht möglich ist, alle Zwischenglieder der so verlängerten Kausalkette befriedigend zu bestimmen, so wollen wir es bei dieser Andeutung belassen. Aus ihr geht indes gleichfalls hervor, daß Erklären immer nur heißt, ein bestimmtes Faktum auf eine Reihe anderer Fakta beziehen oder daraus ableiten. Das zu erklärende Faktum wäre in dem letzten Falle der Verbrennungsprozeß selbst; die Erklärung bestünde in der Unterordnung desselben unter allgemeinere, d. i. physikalische Erscheinungen. — Das Wesen unserer Erkenntnis ist immer dasselbe. Wir beziehen Thatsachen auf Thatsachen und suchen so die ungeheure Mannigfaltigkeit der Erscheinungen auf eine kleine Gruppe von Urthatsachen zurückzuführen; letztere sind eben solche, die einer weiteren Zurückführung nicht fähig sind. Welches nun diese Urthatsachen sind, darüber werden die, welche die Natur des menschlichen Erkenntnisvermögens richtig beurteilen, kein entscheidendes Wort sprechen. Wir haben das Bewußtsein, vorwärts zu schreiten und mit der Fackel der Erkenntnis Dinge zu beleuchten, die vordem in Dunkel gehüllt waren. Einst aber entsinkt diese Fackel unseren Händen und geht an ein neues Geschlecht über. Wie wollten wir bestimmen, wie weit dieses in dem Dunkel vorwärts dringt? Der Blick in die Zukunft ist uns verschlossen, die eigene Unwissenheit spüren wir unmittelbar so wenig wie den Luftdruck, der auf uns ruht; geöffnet ist nur die Vergangenheit, und ein Vergleich von damals und heute lehrt uns, daß die der Erkenntnis gezogenen künstlichen Schranken stets durchbrochen worden sind.

Suchen wir nun das Wesen der erklärenden und demonstrierenden Naturbetrachtung darin, daß die durch Empfindung vermittelten Thatsachen gleichfalls auf durch Empfindung vermittelte Thatsachen bezogen und so vereinheitlicht werden, so ergibt sich, daß die Kontinuität zwischen Objekt und Subjekt an keinem Punkte unterbrochen wird: Sinnliches wirkt auf Sinnliches und wird darin zur Empfindung. Räumlich-zeitlich verschiedene, aber sonst gleichartige Empfindungen ergeben gleichartige Vorstellungen. Ungleichartige Vorstellungen nach ihren gleichartigen Merkmalen geordnet und durch Worte umschrieben ergeben Begriffe. Werden Begriffe mit Begriffen in Beziehung gesetzt, so folgen Erklärungen, indem die darin enthaltenen Vorstellungen herausgesetzt werden und dann in dem Hörer oder Leser eine Reproduktion von gleichartigen ihm geläufigen Vorstellungen bewirken. Es findet hier also eine Kreisbewegung statt: Die Gegenstände werden durch die Empfindung zu Vorstellungen, die Vorstellungen zu Begriffen. Die Begriffe erwecken wiederum ähnliche

Vorstellungen, welche ihrerseits auf ähnliche Dinge zurückweisen. Wir sind im stande, diese Vorstellungen jederzeit direkt zu erzeugen, d. i. in Wahrnehmungen umzuwandeln, indem wir vermittelst der Dinge selbst die entsprechenden Sensationen in dem Subjekte hervorrufen.

Idealistische Auffassung und geschichtliche Rückblicke. Ganz anders gestaltet sich der Verlauf bei der idealistischen Weltauffassung. Hier sind Objekt und Subjekt dem Wesen nach völlig getrennt; die Kontinuität ist unterbrochen und keine natürliche Brücke führt von dem sinnlich Gegebenen zu den Elementen des Denkens, den Begriffen. Das Ding ist das eine, das denkende Subjekt das andere. Als Ursache des Denkens wird ein immaterielles Etwas — heiße man es Geist oder Seele, Verstand oder Vernunft — angesehen, dessen Existenz als eine sinnlich gewisse Thatsache nicht dargethan werden kann. Die dem Geiste eigentümliche Funktion soll sein, Begriffe selbständig zu erzeugen. In Wahrheit aber sind diese Begriffe nur vereinheitlichte Sensationen und alle Erkenntnis beruht darauf, daß wir diese Sensationen direkt oder indirekt in einer bestimmten Reihenfolge hervorrufen. Etwas also, dessen Wirksamkeit durch keine Empfindung dargethan werden kann, ist uns auch völlig unbegreiflich. Dies ist das Hauptgebrechen des Idealismus; aus diesem folgt das zweite, nämlich daß es durchaus unverständlich bleibt, wie ein sinnlicher Vorgang auf ein unsinnliches Wesen wirken und dieses zur Thätigkeit bestimmen kann. Der aus der Anschauung heraus urteilende, naiv denkende Mensch findet es vollständig natürlich und deshalb auch begreiflich, daß ein bewegter Körper, der auf einen ruhenden von geringerer oder gleicher Masse stößt, diesen gleichfalls in Bewegung versetzt; denn solches ist ihm durch tausendfältige Erfahrung geläufig. Aber er versteht es nicht und kann es nicht verstehen, daß ein Immaterielles durch ein toto genere Verschiedenes, durch ein Materielles erregt oder bewegt werde. Seine Erfahrung hat ihm dergleichen nie gezeigt, sie kennt nur die Wirkung von materiellen Dingen auf materielle. Dieselbe Unbegreiflichkeit, welche bezüglich des Zusammenhangs zwischen Sinnlichem und Geistigem bei dem naiv denkenden Menschen herrscht, findet sich auch vor bei dem Gelehrten und Philosophen. Denn auch seine Erkenntnis besteht in Wahrheit nur darin, daß er alle Veränderungen als durch materielle Bedingungen hervorgerufen nachweist. Dies lehrt die Entwickelungsgeschichte aller exakten Wissenschaften. Wird aber neben dem Sinnlichen ein Ideelles als existierend gesetzt, so wird die Kontinuität der Beziehungen unterbrochen und von dieser Stelle an zerfällt das System der Erkenntnis in zwei disparate Hälften, die sich gegenseitig auszuschließen oder aufzusaugen suchen. Dies lehrt die Entwickelungsgeschichte des Idealismus.

Der Idealismus ist nun entweder dualistisch oder monistisch. Der erstere läßt die Trennung zwischen Materiellem und Ideellem bestehen und setzt beide unvermittelt als Realitäten nebeneinander. Von den Neueren kann René Descartes als der Vater des dualistischen Idealismus bezeichnet werden. Nach seiner Lehre existiert nur Materie und Geist oder eine sinnliche und eine geistige Substanz; zwischen beiden Substanzen findet aber kein durch ihre Natur bedingter Zusammenhang statt.

Die Wesenseinheit fehlt und der Zusammenhang ist nur ein äußerlicher, zufälliger. Das Wesen der Materie bestimmte Descartes nur durch das Merkmal der Ausdehnung. Das Wesen der Materie, erklärte er, besteht nicht darin, daß sie hart, farbig oder gewichtig ist, oder auf andere Weise die Sinne affiziert, sondern allein darin, daß sie in die Länge, Breite und Tiefe ausgedehnt ist. Gewicht oder Schwere, Farbe und alle anderen an der körperlichen Materie wahrnehmbaren Qualitäten können ohne Verletzung ihres Wesens aufgehoben (weggedacht) werden, von keiner dieser Qualitäten hängt daher ihre Natur ab. Das Wesen des Geistes bestimmte Descartes durch die Fähigkeit zu denken. Geist und Körper sind so dem Wesen nach unterschieden, stehen miteinander im Gegensatze, aber nicht so wie zwei andere Gegenstände, wovon ein jeder gleichberechtigt ist, gleiche Realität hat, sondern so, daß der Geist, weil er dem Körper entgegengesetzt, von ihm unterschieden ist, das Gewisse, Positive, Reelle, der Körper aber, weil er dem Geiste entgegengesetzt, das Bezweifelbare, Ungewisse, Unreelle ist. Da nun der Geist nur im Unterschiede von dem Sinnlichen sich erfaßt, »im Zweifel an der Realität des anderen den Triumph seiner eigenen Selbständigkeit und Realität feiert,« so kann er auch nicht aus eigenen Mitteln sich von der Realität des Sinnlichen überzeugen. Diese Überzeugung geht ihm erst auf in der Gewißheit von der Realität des absolut reellen und positiven, des unendlichen Wesens, das nicht innerhalb des Unterschiedes und Gegensatzes steht. »Durch die Gewißheit von der Realität und Wahrhaftigkeit Gottes — sagt Descartes — werde ich darum jetzt auch gewiß, daß materielle Dinge existieren. Ebenso werde ich nun auch gewiß, daß ich mit einem Körper eng verbunden bin.« Hier geht also der Idealismus in Theismus, die Philosophie in Theologie über und beweist damit klar, daß das Sinnliche durch Zugrundelegung eines Geistes gar nicht begriffen werden kann, sondern nur auf Umwegen, durch Vermittelung des unendlichen Geistes, welcher als der Urheber von Geist und Stoff gesetzt wird. Der Idealismus beschreibt somit eine Kreisbewegung, welche zu der, die der Realismus aufweist, den schärfsten Gegensatz bildet: er setzt das Nichtanschauliche und Abgeleitete, den Geist, als das Wirkliche, das Wirkliche, die anschaulich gegebene Welt, als das Nichtige und deduziert dann die Realität beider aus der Existenz des unendlichen Wesens, welches gleichfalls nicht anschaulich gegeben ist, dessen Existenz somit unter allen Umständen zweifelhaft bleibt. Der Idealismus ist ein sich selbst aufhebender Widerspruch, eine endlose petitio principii, er gelangt nie zur wahren, objektiven Realität, sondern immer nur zur Realisation seiner eigenen Abstraktionen.

Der theologische und dualistische Charakter des Idealismus tritt noch schärfer in den philosophischen Systemen von Arnold Geulinx und Nikolaus Malebranche, den unmittelbaren Nachfolgern Descartes' hervor. Ersterer bestimmt seinen Geist als das von allem Sinnlichen absolut Unterschiedene. Seinen Leib erkannte er nur als ein äußeres Objekt, gleich den vielen anderen äußeren Objekten, die er wahrnahm. Diesen Leib nannte er die Gelegenheitsursache, weil er bewirke, daß man die anderen Körper dieser Welt vorstellen könne. Diesen Körper

kann ich, sagte er, zwar mannigfach nach Willkür bewegen, aber ich bin nicht die Ursache dieser Bewegung; denn ich weiß nicht, wie sie geschieht, und es ist unmöglich, daß ich das mache, von dem ich nicht einsehe, wie es gemacht wird. Wenn ich nun, folgerte er weiter, nicht einmal die Bewegung in meinem Körper hervorbringe, so bringe ich noch viel weniger außer meinem Körper eine hervor. Daher bleibt alles, was ich thue, in mir haften, kann weder in meinen noch in einen anderen Körper übergehen. Ich bin also bloß Zuschauer dieser Welt; die einzige Handlung, die mein ist, ist die Beschauung. Aber selbst diese Beschauung geschieht auf eine wunderbare Weise. Denn so wenig wir auf das einwirken, was außer uns ist, ebensowenig wirkt dieses auf uns ein. Unsere Wirkungen können nicht über uns, die der Welt nicht über die Welt hinaus, sie dringen nicht bis zu unserem Geiste. Gott ist es daher allein, der das Äußere mit dem Inneren und das Innere mit dem Äußeren verbindet, der die äußeren Erscheinungen zu inneren Vorstellungen, zu Vorstellungen des Geistes, und die Bestimmungen des Inneren, den Willen, zu äußerer, über die Grenze der Ichheit hinausgehender That werden läßt.

In der Grundtendenz mit Geulinx übereinstimmend, durch präzisere und umfassendere Bestimmungen sich unterscheidend, hat Nikolaus Malebranche das Problem zu erklären versucht. Auch nach seiner Meinung nehmen wir die Objekte außer uns nicht durch sie selbst wahr. Wir sehen die Sonne und unzählige andere Gegenstände, aber was wir sehen, ist nicht die Sonne oder die anderen Gegenstände, sondern eine mit unserer Seele innigst vereinte Sache, die Malebranche Idee nennt. Die Idee ist also das unmittelbare oder nächste Objekt des Geistes, wenn er irgend einen Gegenstand vorstellt, und die Seele kann nur die Sonne sehen, mit der sie aufs innigste vereint ist, die Sonne, die wie sie keinen Ort einnimmt. Was ist nun der Ursprung der Ideen, woher stammt die Art und Weise, wie wir die Dinge wahrnehmen? Hierauf antwortet Malebranche: »Gott enthält die Ideen aller erschaffenen Wesen in sich; denn ohne Erkenntnis und Idee konnte er die Welt nicht erschaffen; er enthält daher alle Wesen, selbst die materiellsten und irdischsten, auf eine höchst geistige und uns unbegreifliche Weise in sich. Gott sieht daher auch in sich selbst alle Wesen, indem er seine eigenen Vollkommenheiten, die sie ihm vorstellen, beschaut. Er sieht aber in sich nicht nur ihr Wesen, sondern auch ihre Existenz, denn nur durch seinen Willen existieren sie. Gott ist ferner auf die allerinnigste Weise durch seine Gegenwart mit unserer Seele vereint, so daß man ihn den Ort der Seelen nennen kann, wie den Raum den Ort der Körper. Der menschliche Geist kann darum das in Gott schauen, was in ihm die erschaffenen Wesen vorstellt, weil es höchst geistig, höchst erkennbar und dem Geiste selbst unmittelbar nah und gegenwärtig ist.«

Die Philosophie von Geulinx und Malebranche ist nicht nur für die Geschichte des Idealismus, sondern auch für die Geschichte der menschlichen Erkenntnis überhaupt von der größten Bedeutung. In jener Beziehung sind sie es, weil sie das Geheimnis des Idealismus frank und frei, ohne kleinliche Winkelzüge heraus sagen. Dieses Geheimnis ist,

daß aller Idealismus nichts anderes als eine rationalisierte, d. i. auf Begriffe gebrachte Theologie ist. Denn der Geist des Menschen ist nach theologischen Vorstellungen nur ein Ausfluß jenes Geistes, der auf den Wassern schwebte, als die Erde wüste und leer war (1. Mos. 1, 2). Dieser Geist war es, der dem geformten Erdenkloß eingeblasen wurde, denn dadurch »ward der Mensch eine lebendige Seele« (1. Mos. 2, 7). Die gemeinen Wunder, durch welche die Offenbarungstheologie den natürlichen Verlauf der Dinge von Zeit zu Zeit unterbrechen läßt, fallen in der idealistischen Vorstellung weg. Dafür wird die Welt und namentlich der Akt ihres Begreifens selbst zum Wunder: denn alles ist wunderbar oder unbegreiflich. Für die Geschichte der menschlichen Erkenntnis sind jene von Wichtigkeit, weil sie klar und deutlich zeigen, daß, sowie anschaulich gegebene Erscheinungen durch Nichtanschauliches, Ideelles erklärt werden, das Ideelle schließlich zum alleinigen Grunde des Begreifens wird [1].

In Spinoza erhebt sich der Dualismus zum Monismus. Der Idealismus wird dadurch, je nachdem man das eine oder das andere Moment zum Mittelpunkt macht, sowohl zum (verschämten) Atheismus oder Realismus als zur Pantheologie. Spinoza's einheitliche Denkweise empfand die Spaltung in Materie und Geist, Welt und Gott als einen Übelstand. Seine Absicht war also die, die Spaltung aufzuheben. Wie macht das Spinoza? Nun genau auf dieselbe Weise, wie es vor ihm und nach ihm jeder spekulative Philosoph gemacht hat und wie er es allein machen kann: er sucht, ohne sich im geringsten nach einer anschaulich gegebenen und so kontrollierbaren Begründung umzusehen, nach einem Begriff, den er willkürlich mit denjenigen Merkmalen ausstattet, welche den Gegensatz bedingen. Diesen Begriff fand Spinoza in der unendlichen Substanz, als deren Merkmale (unendliche Attribute nannte er sie) er Ausdehnung und Denken bezeichnete. So war die Trennung zwischen Geist und Körper aufgehoben. Denn da das oberste und allgemeinste Merkmal des Geistes das Denken, das oberste und allgemeinste der Körper die Ausdehnung ist, beide Merkmale aber in dem Begriffe der Substanz zusammengefaßt wurden, so war damit auch der Gegensatz beider, freilich nur begrifflich, verschwunden. Die Substanz hat nach Spinoza ihre positive Existenz, ihre Wirklichkeit in und an Gott; der Begriff der Substanz ist daher nicht unterschieden vom Begriffe Gottes. Die Substanz wurde nur in sich und durch sich gedacht, sie war also das absolut Unabhängige, die Ursache ihrer selbst. Da die Ursache seiner selbst als das bestimmt wurde, dessen Wesen die Existenz in sich einschließt oder dessen Wesen gar nicht anders als existierend gedacht werden kann, so existiert die Substanz auch notwendig, d. h. sie besitzt absolute Realität. Wahrhaft wirkliche Existenz ist nach Spinoza allein unendliche, uneingeschränkte Existenz, ja der Begriff der Unendlichkeit und der Begriff der Existenz

[1] Weitere sehr beachtenswerte Gesichtspunkte in jener Hinsicht gibt Ludwig Feuerbach in seiner Geschichte der Philosophie von Bacon von Verulam bis Benedikt Spinoza, sämtliche Werke, Bd. IV. S. 255. In der Darstellung jener Philosophien bin ich diesem zuverlässigsten Wegweiser in den Irrgängen der Spekulation gefolgt.

ist nach ihm ein und dasselbe. Aus diesen Bestimmungen folgt, daß dem Endlichen, d. i. Wirklichen oder Konkreten nach Spinoza gar keine wahrhafte Existenz zukommt. Von seiner Philosophie aus bleibt demnach die Frage, wie ist das Endliche aus dem Unendlichen entstanden, unbeantwortbar. Ja sie kann gar nicht erhoben werden, denn dem Endlichen wohnt gar keine Realität bei, es ist das Nichtige.

Dieses Ergebnis der Philosophie Spinoza's ist wiederum das Ergebnis der idealistischen Philosophie überhaupt, welches wir auch dahin ausdrücken können, daß der Idealismus nie zur Erkenntnis und Position des Wirklichen, Konkreten gelangt. Das Letzte, Abstrakteste, an Merkmalen Ärmste ist hier das Erste und Wesenhafteste; der Begriff, die bloße Abstraktion, besitzt hier eine unendlich größere Realität als die sinnlich wahrnehmbaren Dinge, die darin doch nur nach bestimmten Merkmalen erfaßt worden sind, um leichter verglichen und angeordnet werden zu können. Der Begriff geht den gedachten Dingen voraus, er ist früher. Ist aber der Begriff früher als die ihm zu Grunde liegenden Objekte, so ist für diese gar kein Platz mehr vorhanden, ihre Mannigfaltigkeit ist bloß Schein, im besten Falle unnötiger Luxus. Denn in der Einheit, wie sie die begriffliche Formulierung darbietet, liegt nicht das Bedürfnis des Besonderen und Unterschiedenen, es ist vielmehr darin ausgeschlossen, negiert; denn der Begriff enthält die Dinge nicht so, wie sie sind, wie sie sich unterscheiden, sondern wie sie sich nicht unterscheiden, wie sie gleichartig sind. So sind in dem Begriffe der Säugetiere alle Unterschiede aufgehoben, welche den einzelnen Ordnungen, in dem Begriffe der einzelnen Ordnungen alle Unterschiede, welche den einzelnen Familien, in dem Begriffe der Familien die, welche den darunter befaßten Gattungen, in den Gattungen die, welche den darin enthaltenen Arten, in den Arten die, welche den einzelnen, existierenden Individuen zukommen. Welcher Absurdität würde sich der Zoologe schuldig machen, welcher den Tierindividuen die Realität ab-, seinen Einteilungen aber die Realität zusprechen würde? Diese Ungereimtheit bedingt aber das eigentliche Wesen des Idealismus. Von der Substanz des Spinoza hat man behauptet, daß man zwar alles in sie hineinbringen, aber nichts mehr aus ihr herausbringen kann. Sehr richtig! Doch muß man dieses Aperçu in jenem ganz allgemeinen Sinne nehmen, muß es auf alle idealistischen Begriffe ohne Unterschied übertragen: dann hat man die Grundtäuschung des Idealismus durchschaut.

Übergang zu Kant. Die Philosophie Kant's steht nun zwar in keiner unmittelbaren genetischen Beziehung zu der des Spinoza[1]. Seine idealistischen Vorgänger sind vielmehr Descartes, Berkeley, Leibnitz

[1] Von der Philosophie Spinoza's gesteht Kant sogar zu, daß er keinen Sinn daraus habe ziehen können, auch habe er sie nie ernstlich studiert (sämtliche Werke, Bd. X. S. 98). Da alles wirkliche Verständnis an den Aufweis realer Bedingungen geknüpft ist, so kann man behaupten, daß ein Idealist noch nie völlig von einem anderen begriffen worden ist. Wie hätte denn dieser Idealist sein können? Ausgenommen natürlich ist das wackere Volk der Nachahmer, welches bekanntlich alles versteht, weil es alles vollkommen in Ordnung findet, auch die handgreiflichsten Fehler.

und Wolff, seine empiristischen Locke und Hume. Gleichwohl aber stimmt sie in einem wesentlichen Punkte mit der Spinoza's überein: sie ist nämlich monistischer Idealismus. Doch wird derselbe nicht auf unendliche Substanzen ausgedehnt — der schlichte Sinn Kant's überwies den Theismus dem Glauben, freilich in der festen Überzeugung, daß man ihn ebensowenig beweisen als angreifen könne, er hatte ihn auf eine ganz überlegene Weise in Sicherheit gebracht — sondern Kant beschränkt sich auf eine Theorie der menschlichen Erkenntnis: seine Philosophie ist ein erkenntnistheoretischer Monismus. Doch enthält dieser denselben Grundfehler, den jede idealistische Auffassung nach sich zieht und den wir soeben an der Philosophie des Spinoza nachgewiesen haben: er kommt nie zur Position des Wirklichen oder Konkreten, der Prozeß der Erkenntnis beginnt in dem wahrnehmenden Subjekte und vollendet sich auch in demselben; die Dinge selbst bleiben unerkannt liegen. Unsere Erkenntnis enthält nach Kant nicht die allgemeinen Beziehungen der Dinge untereinander und zu uns, sondern ist nur die Entwickelung des Wesens des Verstandes. Sein Monismus zeichnet sich im Vergleich zu dem Spinoza's außerdem noch durch die Bezugnahme auf gewisse Thatsachen aus; er ist nicht willkürlich wie der des letzteren, welcher ohne alle Begründung durch Thatsachen die beiden entgegengesetzten Merkmale der Ausdehnung und des Denkens kurzer Hand in den Begriff der Substanz verlegt. Kant hatte ganz richtig gesehen und nach seiner Art auch völlig klar bewiesen, daß in jedem Begriffe und noch mehr in einem System solcher, ideale Faktoren stecken, die nur aus dem Subjekte stammen können. Bezüglich dieser haben wir festgestellt, daß sie die willkürlichen, der Veränderung unterliegenden sind, daß daraus zwar Erkenntnis hervorgehen kann, viel häufiger aber Irrtum hervorgeht. Denn das Ideale liegt ja bloß in der Auswahl der Merkmale, die im Begriffe verknüpft werden, und in der Art und Weise, wie die Begriffe angeordnet und aufeinander bezogen werden. Diese Umstände hängen aber wieder von anderen Bedingungen, die in den meisten Fällen gleichfalls willkürlicher Art sind, ab. Der nur auf sein Interesse bedachte Mensch verknüpft gegebene Thatsachen so, daß ihm damit seine eigennützigen Ansprüche sicher gestellt erscheinen. Der wissenschaftliche Denker verknüpft so, daß daraus ein System von sich gegenseitig bedingenden und sich stützenden Begriffen hervorgeht. Die Natur dieses Systems hängt aber wieder ganz davon ab, welche Grundsätze der Aufsteller als die wichtigsten und obersten ansieht. Der Darwinist, dem das oberste Prinzip die Kontinuität der Entwickelung ist, verknüpft anders als der, welcher sich die Lebensformen als auf übernatürlichem Wege entstanden denkt. Der exakte Chemiker, der nur behauptet, was auf dem Wege des Experiments bewiesen werden kann, denkt und schließt anders als der Strukturchemiker, der Molekulartheoretiker, der alle physikalischen Erscheinungen als Bewegungsformen vorgestellter kleinster Teilchen nachweisen will, anders als der, welcher noch an den Imponderabilien festhält. Der Offenbarungsgläubige endlich verknüpft so, daß ihm seine religiös-phantastischen Wünsche als erfüllbar erscheinen. In der ganzen Natur unseres Denkens liegt somit ein Spiel von Möglichkeiten, das zu den verschiedenartigsten

Systemen führen muß. Diese Wahrheit ist eben Kant nicht aufgegangen und daran scheitert seine Erkenntnistheorie.

Der oberste Grundsatz Kant's war, daß der Verstand ein sich selbst bestimmendes Vermögen sei. Bewiesen hatte er, daß in jeder Erkenntnis ein idealer Faktor enthalten ist. Nun folgerte er etwa also: Wenn ich jetzt nachweise, daß auch in dem empirisch gegebenen Material, in der bloßen Anschauung oder Erfahrung gleichfalls ein solcher Faktor enthalten ist, so habe ich bewiesen, daß die Erfahrung und die Erkenntnis aus unserem Intellekte stammt, daß also alles, was wir erfahren und erkennen, unser eigenes Produkt ist. Dann aber ist auch der Intellekt der Pilot, welcher das Schiff dahin lenkt, wohin es ihm gut dünkt, und Hume, der scharfsinnige Mann, »welcher sein Schiff, um es in Sicherheit zu bringen, auf den Strand des Skeptizismus setzte, da es denn liegen und verfaulen mag«[1], ist für immer widerlegt: unser Denken beruht nicht auf Gewohnheit, sondern es bestimmt sich nach eigenen Gesetzen. Auf diese Weise wird die Freiheit des Geistes gerettet. Dem Zwecke nun, schon in der Erfahrung den intellektuellen Faktor nachzuweisen, dient die transscendentale Ästhetik, deren einleitende Sätze die folgenden sind.

1. Alle Erkenntnis der Gegenstände bezieht sich unmittelbar auf Anschauung. Diese aber findet nur statt, sofern uns der Gegenstand gegeben wird. Die Fähigkeit (Rezeptivität), Vorstellungen durch die Art, wie wir von Gegenständen affiziert werden, zu bekommen, heißt Sinnlichkeit. Vermittelst der Sinnlichkeit also werden uns Gegenstände gegeben, sie allein liefert uns Anschauungen. Die Wirkung eines Gegenstandes auf die Vorstellungsfähigkeit, sofern wir von demselben affiziert werden, ist Empfindung. Diejenige Anschauung, welche sich auf den Gegenstand durch Empfindung bezieht, heißt empirisch. Der unbestimmte Gegenstand einer empirischen Anschauung heißt Erscheinung.

2. In der Erscheinung heiße ich das, was der Empfindung korrespondiert, die Materie derselben, dasjenige aber, welches macht, daß das Mannigfaltige der Erscheinung in gewissen Verhältnissen geordnet werden kann, nenne ich die Form der Erscheinung. Da das, worinnen sich die Empfindungen allein ordnen und in gewisse Form gestellt werden können, nicht selbst wieder Empfindung sein kann, so ist uns zwar die Materie aller Erscheinungen nur a posteriori gegeben, die Form derselben jedoch muß zu ihnen insgesamt im Gemüte a priori bereit liegen und daher abgesondert von aller Empfindung können betrachtet werden.

3. Ich nenne nun alle Vorstellungen rein im transscendentalen Verstande, in denen nichts, was zur Empfindung gehört, angetroffen wird. Demnach wird die reine Form sinnlicher Anschauungen überhaupt im Gemüte a priori angetroffen werden. Diese reine Form der Sinnlichkeit heißt reine Anschauung. Wenn man von der Vorstellung eines Körpers das, was der Verstand dabei denkt, als Substanz, Kraft, Teilbarkeit, ferner das, was zur Empfindung gehört, wie Härte, Undurchdringlichkeit, Farbe u. s. w., absondert, so bleiben noch Ausdehnung und Gestalt übrig Die Wissenschaft von allen Prinzipien der Sinnlichkeit a priori heißt

[1] Prolegomena, sämtliche Werke, Bd. III. S. 11.

transscendentale Ästhetik. In derselben isolieren wir die Sinnlichkeit, indem wir absondern, was der Verstand durch seine Begriffe dabei denkt, damit empirische Anschauung übrig bleibe. Aus dieser entfernen wir, was der Empfindung angehört. Sodann bleibt übrig Raum und Zeit, welche die zwei reinen Formen der sinnlichen Anschauung sind[1].

Kritik der einleitenden Sätze der transscendentalen Ästhetik.

1. In Abs. 1 verfährt Kant durchaus realistisch und damit auch völlig korrekt. Er erkennt an, daß zum Zustandekommen einer Anschauung zwei Dinge gegeben sein müssen: ein Gegenstand, welcher affiziert, und ein Organismus, der von jenem affiziert wird.

2. Damit ist aber Kant nicht zufrieden gestellt; denn der Vorgang enthält nichts, worauf eine Transscendental-Philosophie sich stützen könnte. Was will diese? Sie will, daß das Objekt in zweierlei Bedeutung genommen werde, nämlich als Ding an sich, welches unerkannt liegen bleibt, und als Erscheinung, die den Funktionen unseres Intellektes angehört. Warum will sie dieses? Damit die Seele als Erscheinung dem Naturgesetze angehörig, also als nicht frei, als Ding an sich aber ihm nicht unterworfen, somit als frei gedacht werden könne, »ohne daß hierbei ein Widerspruch vorgeht« (vergl. Abs. 11 der Vorrede, S. 7 dieses Bandes). Die oberste Prämisse der transscendentalen Ästhetik bildet demnach ein moraltheologisches Postulat, welches mit dem Gegenstande selbst gar nichts zu thun hat; trotzdem werden nach demselben sämtliche Begriffe bestimmt. Darauf entgegnen wir: die Moral gehört allerdings zu den wichtigsten Angelegenheiten der Menschheit. Wenn aber eure Auffassung derselben nur um den Preis der Wahrheit erkauft werden kann, so wollen wir diese, d. h. eure Auffassung — nicht die Moral selbst, die halten wir fest — lieber fallen lassen. Denn ein solches Moralsystem muß schon aus dem Grunde falsch sein, weil die Wahrheit das oberste Gesetz der Moral ist. »Die Wahrheitsliebe ist die erste Tugend. Wem es gleichgültig, was wahr, dem ist auch gleichgültig, was gut ist[2].« Auf ein Moralprinzip, welches den Verstand fälscht, zu einer Sophistik des Verstandes führt, vermögen wir keinen Wert zu legen. Wir stehen somit Kant in seiner Eigenschaft eines Dogmatikers der Moral schroff gegenüber, nicht aber in der des freien kritischen Philosophen; denn als solcher — und dahin verlegen wir den Schwerpunkt seiner Thätigkeit — hat er gesagt: »Es ist sehr was Ungereimtes, von der Vernunft Aufklärung zu erwarten und ihr doch vorher vorzuschreiben, auf welche Seite sie notwendig ausfallen müsse. Überdem wird Vernunft schon von selbst durch Vernunft gebändigt und in Schranken gehalten[3].«

Auf Grund jener moraltheologischen Voraussetzung wird also der wirkliche Vorgang seiner wesenhaften Momente entkleidet, gleichsam entmischt oder entartet und statt dessen ein Scheinvorgang konstruiert, der nur den einen Vorzug hat, zu jener Prämisse zu passen, sonst durchaus

[1] Kritik der reinen Vernunft S. 59—61.
[2] L. Feuerbach, sämtliche Werke Bd. II. S. 129.
[3] Kritik der reinen Vernunft S. 535.

unwahr und selbst in logisch-spekulativer Hinsicht mangelhaft ist: der Gegenstand wird zur Erscheinung degradiert, der Empfindung ein Korrespondierendes, die Materie der Empfindung, an die Seite gesetzt und schließlich eine Form erdacht, welche bewirkt, daß die Empfindungen sich ordnen. Dies ist nun ein Anfang, welcher keinen guten Fortgang verspricht. Die transscendentale Ästhetik will uns zeigen, daß schon in der Wahrnehmung der ideale Faktor enthalten ist. Sie beginnt damit, daß sie den Vorgang zuerst so entwickelt, wie er thatsächlich stattfindet: folglich beweist sie selbst, daß sie der Erfahrung bedarf, um nur anfangen zu können: sie konstruiert nicht frei aus dem Intellekte, sondern bezieht sich zunächst auf die Wirklichkeit, um diese dann zu entmischen. Die richtige Entwickelung wäre folgende gewesen: aus der Form wird abgeleitet die Materie als der sich bestimmenden Form; diese wird dann betrachtet in ihrem Nebeneinander und Nacheinander, also bezogen auf Raum und Zeit. Hierauf wird gezeigt, wie die räumlich-zeitlich gefaßte Form zur Erscheinung wird und dann wie die Erscheinung vermittelst der Empfindung auf einen Gegenstand sich bezieht. Dies wäre der korrekte Gang einer Deduktion, welche von dem a priori Seienden, d. i. im Intellekte Gelegenen herabschreitet zu dem anschaulich Gegebenen [1]. Ob eine solche Deduktion gegeben werden kann, haben wir weder zu entscheiden noch zu untersuchen: das onus probandi muß dem Philosophen zugeschoben werden, welcher versprach, eine Philosophie aufzustellen, »von welcher niemand auch nur den Gedanken vorher gefaßt hatte, wovon selbst die bloße Idee unbekannt war, und wozu von allem bisher Gegebenen nichts genutzt werden konnte, als allein der Wink, den Hume's Zweifel geben konnten, der gleichfalls nichts von einer dergleichen möglichen förmlichen Wissenschaft ahnte« [2].

3. An der Form der Deduktion, angenommen, daß sie diese Bezeichnung verdiene, ist weiterhin zu tadeln, daß neben die Kategorie der Sinnlichkeit ganz unvermittelt eine neue Kategorie, Gemüt betitelt, tritt. In welchem Verhältnis steht die reine Sinnlichkeit zum Gemüt? Ist sie die Ursache oder die Wirkung desselben? Nicht die geringste Andeutung findet man darüber. Und was das für ein Gemüt ist! Im gewöhnlichen Sprachgebrauch bedeutet Gemüt das Empfindungsleben überhaupt, bei Kant ist das Gemüt ohne alle Empfindung! Nun, der Philosoph hat ohne Zweifel das Recht, sich seine termini aus dem allgemeinen Wortschatze so auszuwählen, wie ihm gut dünkt. Wenn er aber ein Wort in einem Sinne anwendet, in dem es vor ihm noch kein Mensch angewendet hat, so erwächst ihm die Pflicht, erstens es deutlich zu definieren, zweitens die Gründe anzugeben, welche ihn veranlassen, diesem

[1] Schopenhauer hat den von Kant hier gemachten Fehler sehr wohl bemerkt und sich bemüht, denselben zu heben. Es ist ihm auch gelungen, eine Formulierung zu finden, welche der Grundidee der idealistischen Weltauffassung gerechter wird. Völlig gerecht wird sie ihr natürlich auch nicht, dies liegt in der Natur der Auffassung selbst, die niemals mit der Wirklichkeit übereinstimmend gemacht werden kann. Am ausführlichsten handelt davon Schopenhauer in „Über die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde", sämtliche Werke, Bd. I. S. 76—83.

[2] Prolegomena, sämtliche Werke, Bd. III. S. 11.

Worte eine so gänzlich abweichende Begriffsbestimmung zu erteilen. Wir haben hier nur zu konstatieren, daß Kant dieser Pflicht weder in der einen noch in der anderen Hinsicht genügt hat. Ebenso willkürlich ist die Bezeichnung und Definition »reine Sinnlichkeit« als einer solchen, von der alle Empfindung abgesondert ist. Denn »sinnlich« heißt eben das, was uns durch die Sinne vermittelt wird, und der Akt, durch welchen es geschieht, heißt Empfindung; folglich ist mit dem Begriffe Sinnlichkeit der Begriff Empfindung gesetzt und die Unterscheidung »reine Sinnlichkeit« als einer, die ohne Empfindung fungiert, ist eine contradictio in adjecto, ein sich selbst aufhebender Widerspruch. Interessant daran ist nur, daß Kant selbst indirekt die Wahrheit und Notwendigkeit der wirklichen Sinnlichkeit anerkennt; denn er kann den Begriff der »reinen Sinnlichkeit« nur erläutern und feststellen, nachdem er jene anerkannt hat. Kant, ja der Idealismus überhaupt, sieht verkehrt: er sieht die Welt gleichsam in einem Hohlspiegel, er hält das Licht, das vom Spiegel zurückgeworfen wird, für das ursprüngliche. Erst aus diesem reflektierten Lichte gelangt er zu den Dingen selbst vermöge des Schlusses, daß, wenn etwas erscheint, auch etwas zu Grunde liegen müsse, welches die Erscheinung verursacht. Dieser Schluß ist nur dann notwendig und korrekt, wenn der Intellekt das oberste und der Zeit nach erste ist; aber das ist eben nicht der Fall.

Endlich ist in formeller und materieller Hinsicht verfehlt, daß Kant die Ausdehnung als etwas aufweisen will, welches uns durch die Sinne nicht vermittelt werde. Zutreffend ist nur, daß, wenn man von dem Begriffe Körper die Merkmale der Schwere, Farbe, Härte u. s. w. wegläßt, schließlich die Ausdehnung übrig bleibt. Aber durch dieses überraschend einfache Subtraktionsexempel wird nicht im geringsten bewiesen, daß die Ausdehnung der Körper eine apriorische Funktion der reinen Sinnlichkeit sei. Wie könnte ich denn erfahren, daß ein Körper ausgedehnt ist, wenn ich nicht Augen hätte, ihn zu sehen, nervenreiche Hautflächen, ihn zu fühlen? Die Ausdehnung ist nur das allgemeinste, zuerst in die Augen fallende und deshalb oberste, das heißt hier unvertilgbare Merkmal der Körper: wenn ich die Ausdehnung aufhebe, so hebe ich den Körper selbst auf, d. h. ich raube mir das letzte Mittel, ihn anschaulich vorzustellen. Schon als Logiker[1] hätte Kant sich sagen müssen, daß ein Begriff aufgehoben wird, zu einem bloßen Namen herabsinkt, wenn er nicht ein einziges Merkmal besitzt. Übrigens habe ich schon früher nachgewiesen (Abs. 7 der kritischen Erörterungen zu den Vorreden, S. 19 dieses Bandes),

[1] „Der Materialismus stellt naturgemäß die erste und roheste Form dar, von wo aus mit Leichtigkeit zum Sensualismus und zum Idealismus fortgeschritten werden kann, während kein anderer in sich konsequenter Standpunkt durch bloße Erweiterung des Erfahrungskreises oder durch logische Bearbeitung auf den Materialismus zurückgeführt werden kann.“ So Albert Lange in seiner Geschichte des Materialismus, 1877. II. Bd. S. 515. Das ist einer jener nichtigen, unbegründbaren Aussprüche, wie sie Lange in großer Anzahl gethan hat. Dem gegenüber ist zu beweisen, daß die Erweiterung des Erfahrungskreises sowie die logische Bearbeitung der Grundlehren des Idealismus mit absoluter Notwendigkeit zum Realismus führt; ihm allein gehört die Zukunft. Der Idealismus repräsentiert das Jünglingsalter der Menschheit, der Realismus das Mannesalter.

wie der Schein entstanden ist, daß die Ausdehnung eine apriorische Funktion unseres Intellektes sei: er beruht lediglich auf der willkürlichen Art, mit der wir Begriffe bilden.

Nun will ich aber den schon geführten Nachweis unberücksichtigt lassen, ich will einen Augenblick mit KANT annehmen, die Ausdehnung sei eine Funktion der reinen Sinnlichkeit. Aber ich frage: wie erfahre ich denn die Art der Ausdehnung, wie nehme ich die Gestalt eines bestimmten Körpers wahr? Im Begriffe der Ausdehnung ließ man jede Besonderheit derselben fallen; der Körper ist ausgedehnt, voilà tout. Nun nehme ich aber wahr, daß jener Körper rund, dieser viereckig oder länglich oder spitzig, abgestumpft, daß jenes ein Mensch, dieses ein Tier ist. Wenn ich nun einerseits willens bin zuzugeben, daß meine »reine Sinnlichkeit« die Ausdehnung projiziert, so muß ich anderseits doch anerkennen, daß auch die Körper, insofern sie ausgedehnt sind, mich affizieren; denn sie sagen mir unendlich mehr als meine reine Sinnlichkeit enthält: sie sagen mir, wie sie sind und wie sie nicht sind, wie sie sich unterscheiden. Was beweise ich also mittels dieser Funktion a priori? Ich beweise damit in Wahrheit gar nichts! Hier erkennen wir wieder jenen gemeinsamen pathologischen Zug der idealistischen Systeme, den ich bereits an der Philosophie des SPINOZA nachgewiesen habe und der mit wenig Worten dahin bestimmt wird, daß man vom Idealismus ausgehend nie zur Erkenntnis und Position des Wirklichen und Konkreten gelangt. Daraus folgt wieder, daß die Begriffe ausnahmslos a posteriori, durch Verknüpfung gleichartiger Merkmale an ungleichartigen Dingen, entstanden gedacht werden müssen, daß sie in Ansehung der ungeheuren Mannigfaltigkeit des anschaulich Gegebenen höchst dürftige Schemata sind. Erst wenn diese Wahrheit in allen Wissenschaften zur durchschlagenden Erkenntnis gelangt sein wird, dann erst kann das Denken sich befreien von den Illusionen des Denkens, dann erst wird der instinktmäßig verfahrende Trieb des Denkens zu dem nach erkannten, klar bewußten Gesetzen verfahrenden Verstande werden — dann erst wird Verstand Verstand sein.

Raum und Zeit, heißt es am Schluß des dritten Absatzes, sind die zwei reinen Formen der sinnlichen Anschauung. Wir kommen somit zur Darlegung der Hauptsätze der Lehre:

Von der Transscendentalität des Raumes.

1. Vermittelst des äußeren Sinnes, einer Eigenschaft unseres Gemütes, stellen wir uns Gegenstände als außer uns und diese insgesamt im Raume vor. Darinnen ist ihre Gestalt, Größe und Verhältnis gegeneinander bestimmt oder bestimmbar. Der Raum ist kein empirischer Begriff, der von äußeren Erfahrungen abgezogen worden. Denn damit gewisse Empfindungen auf etwas außer mir bezogen werden, d. i. auf etwas in einem anderen Orte des Raumes, als darinnen ich mich befinde, ingleichen damit ich sie als außer- und nebeneinander, mithin nicht bloß verschieden, sondern als in verschiedenen Orten vorstellen könne, dazu muß die Vorstellung des Raumes schon zu Grunde liegen. Dennoch kann die Vorstellung des Raumes nicht aus den Verhältnissen der äußeren Er-

scheinung durch Erfahrung geborgt sein, sondern diese äußere Erfahrung ist selbst nur durch gedachte Vorstellung erst möglich. Der Raum ist eine notwendige Vorstellung a priori, die allen äußeren Anschauungen zu Grunde liegt. Man kann sich niemals eine Vorstellung davon machen, daß kein Raum sei, ob man sich gleich ganz wohl denken kann, daß keine Gegenstände darin angetroffen werden. Er wird also als die Bedingung der Möglichkeit der Erscheinungen angesehen und ist eine Vorstellung a priori, die notwendigerweise äußeren Erscheinungen zu Grunde liegt.

2. Diesen »metaphysischen« Erörterungen folgt dann noch eine Reihe anderer, welche als transscendental bezeichnet werden. Unter einer transscendentalen Erörterung versteht Kant die Erklärung eines Begriffes als eines Prinzips, woraus die Möglichkeit anderer synthetischer Erkenntnisse a priori eingesehen werden kann. Dazu werde erfordert, 1) daß wirklich dergleichen Erkenntnisse aus dem Begriffe herfließen; 2) daß diese Erkenntnisse nur unter der Voraussetzung einer gegebenen Erklärungsart dieses Begriffes möglich sind. Unter den Erkenntnissen, welche aus der transscendentalen Erörterung des Raumbegriffes herfließen sollen, versteht Kant nun die geometrischen. Denn, sagt er, Geometrie ist die Wissenschaft, welche die Eigenschaften des Raums synthetisch und doch a priori bestimmt. Damit eine solche Erkenntnis von ihm möglich sei, muß seine Anschauung eine ursprüngliche, d. h. der Erfahrung vorhergehende sein. Denn aus einem bloßen Begriffe lassen sich keine Sätze, die über den Begriff hinausgehen, ziehen, welches doch in der Geometrie geschieht. Aber diese Anschauung muß a priori, d. i. vor aller Wahrnehmung eines Gegenstandes in uns angetroffen werden, mithin reine, nicht empirische: denn die geometrischen Sätze sind insgesamt apodiktisch. Wie kann nun eine äußere Anschauung dem Gemüte beiwohnen, die den Objekten selbst vorhergeht und in welcher der Begriff der letzteren a priori bestimmt werden kann? Offenbar nicht anders, als sofern sie bloß im Subjekte, als die formale Beschaffenheit desselben, von Objekten affiziert zu werden und dadurch unmittelbare Vorstellung derselben, d. i. Anschauung zu bekommen, ihren Sitz hat, also nur als Form des äußeren Sinnes überhaupt. Also macht allein unsere Erklärung die Möglichkeit der Geometrie als einer synthetischen Erkenntnis a priori begreiflich [1].

Kritik der Lehre von der Transscendentalität des Raumes.

Realistische Auffassung desselben.

1. Die transscendentale Raumlehre hat den Zweck, das, was nur auf dem Wege der sinnlichen Wahrnehmung in uns gelangt sein kann, als etwas zu erweisen, was gleichwohl ohne alle Mitwirkung der Sinne und des Anschaulichen aus uns entstanden ist. Die Gegenstände und die Sinne sind die greifbaren und mit ihm unvereinbaren Gegensätze des apriorisch, also ohne Erfahrung funktionierenden Verstandes, sie bilden den ewig schmerzenden Pfahl im Fleische des unsinnlich-sinnlichen Idealismus. Wie wird der Verstand dieses Gegensatzes

[1] Kritik der reinen Vernunft S. 62—68.

los: einfach dadurch, daß er die Materie, insoweit sie in Begriffe gefaßt werden kann, als Ausfluß seines eigenen Wesens, soweit dies nicht der Fall ist, als dunkel oder zufällig, in Summa als unwesentlich oder unreal betrachtet. So faßte Leibnitz die Materie als das auf, was das Dunkle und Verworrene in den Vorstellungen bedingte; insoweit war sie ihm ein passives Vermögen, an welchem die freie, selbstgewisse Thätigkeit des Geistes scheiterte, welches diesen seiner Gottherrlichkeit beraubte und zwang, sich in die gemeine Werkstatt der Sinne zu begeben. Um diesen unerträglichen Gegensatz von Stoff und Geist zu beseitigen, schuf Leibnitz den Begriff der Monade. Das Wesen der Monade ist nun die Fähigkeit vorzustellen. Die Vorstellung hat aber unendliche Grade; ihre Hauptunterschiede sind Deutlichkeit und Verworrenheit oder Klarheit und Dunkelheit. Die Monade ist Geist, insoweit sie die Ursache der deutlichen, Materie, insoweit sie die Ursache der dunkeln Vorstellungen ist. So war der Gegensatz von Geist und Stoff wieder gehoben, indem beide in den Begriff der Monade zusammengefaßt wurden und nur die unendlichen Grade zwischen Klarheit und Dunkelheit übrig blieben. Wesentlich tiefer und doch viel einfacher, ungezwungen und mit einem hohen Grade von Scheinbarkeit verfährt Kant, um den Gegensatz zwischen Geist und Stoff, Denken und Anschauen zu heben. Er unterläßt es, denselben durch Schaffung eines willkürlichen Begriffes auszulöschen: er gibt zu, daß Dinge sind, aber er läßt sie als »Dinge an sich« unerkannt bestehen — und wie wir gesehen, liegt ja diesen Dingen an sich ein ganz richtiges Aperçu zu Grunde — und sucht die Lösung in dem Nachweise, daß in unserer Erkenntnis nichts enthalten ist als das sich darstellende, ausbreitende Wesen unseres Intellektes. Dieser enthält nach ihm »zwei Stämme, die vielleicht aus einer gemeinschaftlichen, aber uns unbekannten Wurzel entspringen, nämlich Sinnlichkeit und Verstand, durch deren ersteren uns Gegenstände gegeben, durch den zweiten aber gedacht werden«.

Ehe wir nun die Lehre von der Transscendentalität des Raumes in ihren Einzelheiten prüfen, wird es notwendig sein, im allgemeinen festzustellen, was der Raum im Sinne des Realismus und Idealismus ist und worin die Unterschiede der beiden Auffassungen eigentlich liegen. Daß die Körper ausgedehnt sind, ist, wie wir S. 254 gesehen haben, eine sinnlich gewisse Thatsache, weil sie uns entweder durch das Auge oder durch unsere Tastorgane vermittelt wird. Der Raum aber ist kein Körper, kein Wesen, kein Ding; denn wir können ihn weder sehen, noch greifen, noch ist uns eine Wirkung von ihm bekannt, welche uns berechtigte, zu schließen, daß er etwas Wesenhaftes sei. Da nun außer dem anschaulich Gegebenen und dem Begrifflichen oder dem Vorgestellten uns nichts weiter bekannt ist, dem Raume aber die Merkmale der Wesenhaftigkeit abgehen, so müssen wir den Raum als eine Vorstellung ansprechen. Der Raum ist also eine Vorstellung von uns, damit stimmen wir mit Kant vollkommen überein. Von hier ab beginnt aber der Unterschied unserer Auffassung von der Kant's: dieser blieb hier stehen, wir aber fragen: wie ist die Raumvorstellung in uns entstanden? Warum ist nun Kant stehen geblieben, warum hat er nicht die Entstehung der Raumvorstellung zu

ergründen versucht? Nun, diese Vorstellung enthält eben gerade den idealen Faktor, den Kant in der bloßen Anschauung auffinden wollte. Sein Gedankengang läßt sich in folgender Weise darlegen: der Raum ist eine Vorstellung; diese Vorstellung enthält in sich die Möglichkeit der Ausdehnung, der Raum ist also gewissermaßen das Medium der Ausdehnung. Damit ist nachgewiesen, daß, ehe der Körper in die Erscheinung tritt, etwas gegeben sein muß, damit er erscheinen könne. Dieses Etwas ist aber eine Vorstellung, Vorstellungen aber sind Erzeugnisse unseres Intellektes, folglich ergibt sich, daß unser Intellekt es ist, der die Erscheinung und damit Wahrnehmung und Erfahrung überhaupt »möglich macht«. Und das zu erweisen, ist die Hauptaufgabe der Vernunftkritik. Man sieht, daß diesem Gedankengange eine zwingende Logik innewohnt, und muß gestehen, daß Kant in der Aufstellung der Lehre von der Transscendentalität des Raumes sich als höchst besonnener und überlegener und tiefblickender Denker gezeigt hat, im Gegensatz zu jenen Idealisten, die sich durch Erzeugung willkürlicher Begriffe halfen. Nun, die Geschichte beweist dies auch zur Genüge: diese Lehre hat ein ganzes Jahrhundert überdauert und der scharfsinnigste Gegner, aber zugleich auch Fortbildner der Kant'schen Philosophie, Schopenhauer, äußert sich darüber also: »Die transscendentale Ästhetik ist ein so überaus verdienstvolles Werk, daß es allein hinreichen könnte, Kant's Namen zu verewigen. Ihre Beweise haben so volle Überzeugungskraft, daß ich die Lehrsätze derselben den unumstößlichsten Wahrheiten beizähle, wie sie ohne Zweifel auch zu den folgereichsten gehören, mithin als das Seltenste auf der Welt, nämlich eine wirkliche, große Entdeckung in der Metaphysik zu betrachten sind[1].« Dennoch aber ist diese Lehre falsch. Kant, Schopenhauer und unzählige Andere haben sich durch ihre Scheinbarkeit blenden lassen, und dies, weil sie der Grundidee des Idealismus entspricht. Man hätte weiter gehen, man hätte fragen sollen: wie ist die Raumvorstellung in uns entstanden? dann würde man gefunden haben, daß die Raumvorstellung aus der sinnlich gewissen Thatsache der Ausdehnung hervorgegangen ist und nicht umgekehrt; sie ist genau so entstanden, wie alle anderen Begriffe entstanden sind, nämlich: Lassen wir von einer beliebigen Anzahl von Körpern alles das weg, was das chemische Wesen derselben betrifft, wie Element oder Verbindung, organisch oder anorganisch, Metall oder Metalloid u. s. w., ferner die Unterschiede amorph, krystallisiert und und organisiert, fest, flüssig und andere, so erhält man den Begriff des physikalischen Körpers, dessen Merkmale dann nur noch sind: Ausdehnung, Schwere, Undurchdringlichkeit, Trägheit, Teilbarkeit, Porosität, Ausdehnbarkeit u. s. w.. Nun kann man sich noch weiter einbilden — und zu gewissen Zeiten ist das auch geschehen, so waren z. B. die sogenannten Imponderabilien Stoffe ohne Schwere — daß gewissen Körpern auch die letzten sechs angegebenen Merkmale teilweise oder ganz fehlen, und dann erscheint der Körper nur noch mit dem Merkmal der Ausdehnung behaftet. Negiert man nun auch dieses letzte, so verschwindet der Körper selbst und macht der Raumvorstellung Platz. Der Raum ist somit, wenn

[1] Sämtliche Werke, Bd. II, S. 518.

auch paradox erscheinend, begrifflich ein negierter Körper, Körper minus sämtliche Merkmale des Körpers. Wäre der Körper nicht ausgedehnt, so würde die Raumvorstellung nimmermehr in uns entstehen können. Wir kommen somit zu einem Resultat, welches dem der idealistischen Auffassung entgegengesetzt ist: die Ausdehnung enthält die Bedingung der Entstehung der Raumvorstellung, dieses Resultat ist auch unserer Grundanschauung durchaus entsprechend; wir fragen nicht wie der Idealist: wie kommt der Geist zur Erkenntnis der Welt? sondern: welche sinnlichen Momente sind es, damit das entstehen kann, was man als Geist oder Denken bezeichnet? Der Geist ist bei uns »Phänomenon« oder Erscheinung, das sinnlich Gegebene oder Konkrete ist das Wahre, Wirkliche, unzweifelhaft Gewisse. Daß wir uns den Raum als unendlich vorstellen müssen, sieht man vermittelst unserer Ableitung leicht ein; denn den Raum begrenzen, hieße den Raum negieren, die Negation des Raums ist aber die Ausdehnung, wie umgekehrt der Raum die Negation der Ausdehnung ist. Folglich muß, wenn wir den Raum zu begrenzen suchen, in die Vorstellung eine ausgedehnte Fläche treten und daraus ergibt sich, daß wir uns den Raum selbst nur als unendlich vorstellen können und müssen.

An der Darlegung Kant's in formeller Hinsicht ist verfehlt die Aufstellung eines äußeren Sinnes als einer Eigenschaft des Gemütes. Fragen wir: woher stammt dieser äußere Sinn, was sind seine Kriterien und Kreditiven? so müssen wir bedauernd erklären: dergleichen hat er nicht aufzuweisen; aber da selbst in der spekulativen Philosophie aus dem reinen Nichts ein Etwas nicht gemacht werden kann, es sich aber hier darum handelt, aus der reinen Sinnlichkeit ohne Gegenstand die Wahrnehmung zu erzeugen, so muß wohl oder übel dieser äußere Sinn die Rolle des Weltschöpfers übernehmen[1]. Das Wie mag sich jeder nach eigenem Gutdünken zurecht legen.

Von unserem Standpunkte ist dieser äußere Sinn 1) ein Überfluß, 2) ein sich selbst aufhebender Widerspruch; denn alle Sinneswahrnehmungen geschehen durch Vermittelung bestimmter, ebenfalls sinnlich wahrnehmbarer Organe, die im allgemeinen als Nerven, wenn sie in gewisse Endapparate ausmünden, im besonderen als Sinnesorgane bezeichnet werden. Daß der »äußere Sinn« Kant's weder mit den einen noch mit

[1] „Kant muß das Entstehen der empirischen Anschauung ganz unerklärt lassen: sie ist bei ihm, wie durch ein Wunder gegeben, bloß Sache der Sinne, fällt also mit der Empfindung zusammen." So Schopenhauer, sämtliche Werke, Bd. I S. 81. Schopenhauer hilft sich bekanntlich durch die Kategorie der Kausalität; bei näherer Untersuchung, die aber hier nicht gegeben werden kann, zeigt sich jedoch, daß das „Wunder" trotzdem bestehen bleibt und nur um eine Stelle weiter zurückgeschoben wird. Doch gebührt Schopenhauer alle Anerkennung, daß er den Mangel entdeckte und aufzeigte; er hat ganz recht, wenn er sagt: „Jene äußerst fehlerhafte Kant'sche Ansicht hat seitdem in der philosophischen Litteratur immer fortbestanden, weil keiner sich getraute, sie anzutasten, und ich habe hier zuerst aufzuräumen gehabt." Schon wegen seines unerschütterlichen Wahrheitsmutes verdient Schopenhauer den größten Denkern aller Zeiten an die Seite gestellt zu werden; außerdem hat er hohe, ewig bleibende Verdienste. Man kann ihn nicht hoch genug stellen und wird ihn nur dann überschätzen, wenn man ihn schülerhaft, unkritisch nimmt.

den andern etwas zu thun hat, braucht kaum besonders betont zu werden. Er wird aber neben unseren Sinnen angenommen, ohne weitere Begründung, es sei denn der Zwang des vorgefaßten Planes, ist also überflüssig. Ferner werden ihm die unsere Sinne charakterisierenden Fähigkeiten der Aufnahme und der Reizbarkeit abgesprochen. Da nun die Erfahrung uns niemals Sinne ohne diese Fähigkeiten zeigt, so steht der »äußere Sinn« in einem unvereinbaren Widerspruch mit jener; er ist offenbar Erfahrungselementen entlehnt, wird aber gleichwohl von allem entblößt, was die Erfahruug mit den Sinnen stets verbunden zeigt. Was endlich das Gemüt bei der Sache zu thun hat, ist ebenfalls nicht einzusehen. Gemüt ist ein äußerst komplexer, vieldeutiger Zustand; aber soviel kann mit Sicherheit gesagt werden, daß es unmittelbar und in erster Linie mit Wahrnehmungen nichts zu schaffen hat, sondern erst infolge solcher in Thätigkeit treten kann.

2. Die Hauptstütze der transscendentalen Raumlehre sieht Kant, wie aus Absatz 2 hervorgeht, in der Möglichkeit der Geometrie. Denn hier würden die Eigenschaften des Raumes a priori d. i. unabhängig von aller Erfahrung bestimmt; außerdem seien sämtliche Sätze der Geometrie apodiktisch und trügen somit den Charakter strengster Notwendigkeit an sich. Es besteht für uns nicht das geringste Bedenken anzuerkennen, daß den geometrischen Lehrsätzen der Charakter strengster Allgemeinheit und Notwendigkeit beiwohnt. Wohl aber müssen wir bedauern, daß Kant mit diesem Nachweise die Untersuchung erledigt glaubte. Auch ist von unserem Standpunkte klar, warum Kant der Sache nicht weiter nachging, sich mit jenem Nachweise beruhigte: denn wenn unser Intellekt ein schöpferisches, sich selbst Gesetz seiendes Vermögen sein soll, so muß doch irgend eine Wissenschaft aufgefunden werden können, worin sich diese seine Autonomie und Autarkie deutlich ausspricht. Und in dieser Hinsicht müssen wir wiederum zugeben, daß das Heranziehen der Mathematik als Stütze für jene Voraussetzung einer jener glücklichen Griffe ist, die das überlegene Genie unseres Denkers darthun. Wir aber können damit die Frage nicht als erledigt ansehen, wir müssen die Untersuchung weiter zu führen suchen, wir müssen fragen: wie ist dieser Charakter strengster Notwendigkeit und Allgemeinheit entstanden? Prüfen wir zunächst einige geometrische Definitionen der einfachsten Art. Der Mathematiker definiert den Punkt als einen Ort im Raum; derselbe hat keine Ausdehnung. Durch die Bewegung des Punktes in einer ersten Richtung erklärt er die Entstehung einer Linie, durch die Bewegung der Linie in einer zweiten Richtung die Entstehung einer Fläche. Bewegt sich die Fläche in einer dritten Richtung, so entsteht ein mathematischer Körper. Es kann uns nicht beifallen, an diesen Definitionen irgend etwas zu tadeln: der Mathematiker ist in seinem vollen Rechte, wenn er sich seine Definitionen so zurecht legt, wie er sie braucht. Der Mathematik liegt ein System von Begriffen zu Grunde und bei mathematischen Beweisen kommt es nur darauf an, daß der Beweis gemäß dieser Begriffe geführt wird, also so, daß den letztern nicht widersprochen wird. Diese Seite haben wir aber gar nicht in das Auge zu fassen. Wir haben nur das Verhältnis des mathematischen Denkens zur sinnlichen Welt zu prüfen.

Kant behauptet: »Die Sinnlichkeit, deren Form die Geometrie zum Grunde legt, ist das, worauf die Möglichkeit äußerer Erscheinungen beruht; diese also können niemals etwas anderes enthalten, als was die Geometrie ihnen vorschreibt. Ganz anders würde es sein, wenn die Sinne die Objekte vorstellen müßten, wie sie an sich selbst sind. Denn da würde aus der Vorstellung vom Raum, die der Geometer a priori mit allerlei Eigenschaften desselben zum Grunde legt, noch gar nicht folgen, daß alles dieses samt dem, was daraus gefolgert wird, sich gerade so in der Natur verhalten müsse. Man würde den Raum des Geometers für bloße Erdichtung halten und ihm keine objektive Gültigkeit zutrauen; weil man gar nicht einsieht, wie Dinge notwendig mit dem Bilde, das wir uns von selbst und zum voraus von ihnen machen, übereinstimmen müßten«.[1] Nun fragen wir: besteht denn eine Übereinstimmung zwischen den geometrischen Definitionen und der Wirklichkeit in der Weise, daß sie sich vollkommen adäquat sind? Der Geometer macht mit Bleistift, Feder oder Kreide einen sichtbaren Punkt, also ein körperliches Etwas und definiert diesen als einen Ort im Raum; er zieht eine Linie und behauptet, daß sie entstanden sei durch die Bewegung dieses Ortes in einer ersten Richtung; er läßt die Linie in einer zweiten Richtung sich bewegen und will dadurch eine Fläche erhalten; er läßt schließlich die Fläche sich in einer dritten Richtung bewegen und behauptet nun einen Körper zu haben. Wo besteht denn hier eine Übereinstimmung zwischen Definition des Gegenstandes und den Gegenständen selbst? Nicht bloß der Raum des Geometers, der absolut leer sein muß, ist erdichtet, sondern seine sämtlichen Definitionen! Aber gerade darin, daß sie Fiktionen sind, liegt das Geheimnis ihrer Apodiktizität, ihrer Notwendigkeit, die demnach nur eine logische, formale ist, aber keine reale, d. h. keine in allen Punkten mit der Wirklichkeit übereinstimmende; denn da der Mathematiker seine Begriffe bildet, ohne sich strenge an die Wirklichkeit zu kehren, so vermag er sich auch über diese zu erheben, wenn er nur dafür Sorge trägt, daß er mit seinen Begriffen identisch bleibt. Trotzdem folgt daraus nicht, daß der Mathematiker unabhängig von der Wirklichkeit seine Begriffe gebildet hat: aus der Anschauung des materiellen Punktes, der materiellen Linie und Fläche, des wirklichen Körpers sind die entsprechenden Begriffe hervorgegangen; die Trennung ist nur eine scheinbare, intermediäre; auf die sinnliche Fläche folgte die fingierte, auf den wirklichen Körper der begriffliche. Aber Anfang und Ende liegen nur in der Wirklichkeit; denn der Grund der Trennung war, das sinnlich Gegebene nicht bloß zu wissen oder anzuschauen, sondern zu begreifen, d. i. aus solchen Vorstellungen zu entwickeln, die anscheinend ausschließliches Eigentum unseres Geistes sind.

Der Satz: Zwei parallele Linien in einer Ebene können, selbst wenn sie bis in das Unendliche verlängert werden, einander nicht schneiden — ist ein solcher, der für Kant apodiktisch ist; während der Satz: ein nicht unterstützter Körper fällt, diese Eigentümlichkeit für ihn nicht besitzt; denn er ist ein Erfahrungssatz und ein solcher hat

[1] Prolegomena, Bd. III, S. 43.

nach ihm nur »komparative Allgemeinheit«; denn, wird er sagen, er folgt nur aus den bis jetzt beobachteten Fällen, von denen allerdings kein einziger widerspricht; aber daraus folgt nicht, daß er Notwendigkeit besitzt. Man kann sich ganz gut vorstellen, daß ein nicht unterstützter Körper an dem Orte beharrt, wo er ist, nie aber, daß zwei parallele Linien sich schneiden. Wir wollen diese Behauptungen anerkennen und nun zusehen, ob hier nicht unter ganz verschiedenen Voraussetzungen gefolgert worden ist. Wer hat denn zwei parallele Linien bis ins Unendliche verlängert und daraus die Unmöglichkeit ihres Sichschneidens dargethan? Kein Mensch der Welt hat es gethan und kann es thun. Jedermann hat immer nur ein verhältnismäßig winziges Stückchen solcher Linien betrachtet und gemäß dieser Stücke hat er gefolgert, ebenso hat er aber aus dem Fall einiger weniger nicht unterstützter Körper auf den aller übrigen geschlossen. Mit Fug und Recht kann man behaupten, daß der apodiktische Satz aus einem Schlusse hervorging, der so lautete: Wenn zwei parallele Linien, soweit ich sie auch verfolge, sich niemals schneiden, so schneiden sie sich überhaupt nicht; dem ganz analog ist dann der Schluß: Wenn alle nicht unterstützten Körper, die ich bis jetzt beobachten konnte, gefallen sind, so werden auch alle übrigen fallen. Leugnet dann der Idealist die Notwendigkeit des letzteren Schlusses, so ist der Realist berechtigt, das Verhältnis umzudrehen und zu sagen: ist mein Satz: alle nicht unterstützten Körper fallen, nicht apodiktisch, so ist der deinige: parallele Linien schneiden sich niemals — es auch nicht; denn wie ich nicht alle sich selbst überlassenen Körper habe beobachten können, um daraus meinen Schluß zu ziehen, so hast auch du deine Parallelen nie bis in das Unendliche verlängert; erkennst du meinen Satz nicht an, so leugne ich den deinigen; die beiden Sätze sind aus Schlüssen hervorgegangen und keiner kann so verifiziert werden, wie du Idealist es verlangst. Nun hat allerdings der Idealist noch einen weiteren Beweisgrund: das Nichtschneiden paralleler Linien ist eben ein Kriterium dieser Linien, ist in den Begriff derselben aufgenommen, folgt also mit logischer Notwendigkeit aus demselben; das ist offenbar bei unserm Falle nicht ohne weiteres ersichtlich. Dem ist aber abzuhelfen: man darf nur in den Begriff des Körpers außer dem Begriff der Ausdehnung noch den der Schwere hineinnehmen, dann erfolgt das Fallen ebenfalls mit logischer Notwendigkeit.

Die Ansichten, welche hier entwickelt worden sind, sind identisch mit denen zweier ausgezeichneter Denker, Stuart Mill und Carl Göring. Der erstere sagt: »Warum sind mathematische Gewißheit und die Evidenz der Demonstration Ausdrücke, um den höchsten Grad der von der Vernunft erreichbaren Gewißheit zu bezeichnen? Warum werden die Mathematik von allen Philosophen, und (von vielen) sogar diejenigen Zweige der Naturwissenschaften, welche durch die Mathematik in deduktive Wissenschaften verwandelt wurden, als unabhängig von dem Beweis durch Erfahrung und Beobachtung betrachtet und als Systeme von notwendigen Wahrheiten charakterisiert? Ich glaube, die richtige Antwort hierauf ist, daß dieser den Wahrheiten der Mathematik zugeschriebene Charakter

von Notwendigkeit und (mit einigem später zu machenden Vorbehalt) sogar jene eigentümliche Gewißheit eine Illusion ist, zu deren Stütze es nötig ist anzunehmen, daß jene Wahrheiten sich nur auf imaginäre Gegenstände beziehen und nur Eigenschaften solcher ausdrücken. Es ist bekannt, daß die Schlüsse der Geometrie, zum Teil wenigstens, von sogenannten Definitionen abgeleitet sind und daß von diesen Definitionen angenommen wird, sie seien, so weit sie gehen, korrekte Beschreibungen der Gegenstände, womit sich die Geometrie beschäftigt. Aus einer Definition als solcher kann nun kein anderer als auf ein Wort bezug habender Satz folgen, und das, was anscheinend aus einer Definition folgt, folgt in Wahrheit aus der darin eingeschlossenen Annahme, daß ein ihr entsprechendes reales Ding existiert. Diese Annahme ist aber bei den Definitionen der Geometrie falsch; es existieren keine den Definitionen entsprechenden realen Dinge. Es gibt keinen Punkt ohne Größe, keine Linie ohne Breite, oder auch nur eine vollkommen gerade Linie. Es gibt keine Kreise mit genau gleichen Halbmessern, oder Quadrate, die vollkommen rechtwinkelig wären. Wollte man mir einwenden, daß sich die Annahme nicht auf die wirkliche, sondern nur auf die mögliche Existenz solcher Dinge erstreckt, so würde ich erwidern, daß, soweit wir die Möglichkeit erproben können, dieselben nicht einmal möglich sind. Soweit unser Urteil reicht, würde ihre Existenz mit der physikalischen Konstitution unseres Planeten wenigstens, wenn nicht mit der des Universums, unverträglich sein. Um diese Schwierigkeiten los zu werden und um zugleich den Kredit des Systems von notwendigen Wahrheiten zu retten, pflegt man gewöhnlich zu sagen, daß die Punkte, Linien und Quadrate, die der Gegenstand der Geometrie sind, nur in unserer Vorstellung existieren, und daß sie ein Teil unseres Geistes sind, so daß der Geist aus seinem eigenen Material a priori eine Wissenschaft aufbaut, deren Evidenz bloß geistig ist und mit unserer äußern Erfahrung nichts zu schaffen hat. Dieser Lehre mögen hohe Autoritäten ihre Beistimmung gegeben haben, sie scheint mir aber dennoch, psychologisch betrachtet, fehlerhaft zu sein. Die Punkte, Linien, Kreise und Quadrate, die jemand denkt, sind (glaube ich) nichts als Kopien der Punkte, Linien, Kreise und Quadrate, welche ihm die Erfahrung vorführte. Unsere Idee von einem Punkt ist einfach unsere Idee von dem sichtbaren Minimum, von dem kleinsten Flächenteil, den wir noch sehen können. Eine Linie, wie sie die Geometer definieren, kann man sich gar nicht vorstellen. Wir können in Beziehung auf eine Linie ohne Breite Schlüsse ziehen, weil wir eine Fähigkeit besitzen, welche das Fundament der Herrschaft ist, die wir über die Thätigkeit unseres Geistes ausüben können, die Fähigkeit nämlich, nur einen Teil unserer sinnlichen Wahrnehmungen oder geistigen Vorstellungen anstatt das Ganze derselben zu beachten. Aber wir können uns keine Linie ohne Breite vorstellen, wir können uns kein geistiges Bild davon machen; alle Linien, welche wir denken, haben Breite. Wer dies bezweifelt, mag seine eigene Erfahrung befragen. Ich zweifle sehr, daß jemand, der glaubt, er könnte sich eine sogenannte mathematische Linie vorstellen, dies auf den Beweis seines eigenen Bewußtseins hin glaubt; er thut es vielmehr in der Voraussetzung, daß, wenn eine solche Vorstellung nicht möglich wäre, die Mathematik nicht als eine

Wissenschaft existieren könnte, eine Voraussetzung, die, wie leicht nachzuweisen, ganz grundlos ist«[1].

»Die besondere Genauigkeit, von der man annimmt, daß sie das Charakteristische der ersten Prinzipien der Geometrie sei, ist also eine nur eingebildete. Die Behauptungen, auf welche die Schlüsse dieser Wissenschaft gegründet sind, entsprechen den Thatsachen ebensowenig genau als in andern Wissenschaften; wir supponieren aber, daß sie es thun, um die Konsequenzen aus dieser Supposition ableiten zu können. Ich halte die Ansicht von Dugald Stewart, daß die Fundamentallehren der Geometrie auf Hypothesen gebaut sind, daß sie diesen allein die eigentümliche Gewißheit verdanken, welche sie auszeichnen, und daß eine jede Wissenschaft, wenn sie von einer Anzahl von Hypothesen aus weiter schließt, ein System von Schlüssen ergeben wird, das an Gewißheit der Geometrie nicht nachsteht, d. h. das ebenso strenge in Übereinstimmung mit den Hypothesen stehen und das unter der Bedingung, die Hypothesen seien wahr, unsere Zustimmung ebenso unwiderstehlich erzwingen wird wie diese, im wesentlichen für richtig[2].«

Ganz ähnlich äußert sich Carl Göring, der hier offenbar auf den Schultern der englischen Realisten, insbesondere Stuart Mill's steht. Aber er geht noch einen Schritt weiter, er bestreitet sogar den wissenschaftlichen Charakter der Mathematik. Von der Definition ausgehend, daß Erkennen immer bedeute, ein Seiendes erkennen, betont er die Ausnahmestellung, welche die mathematischen Objekte im Vergleich zu denen anderer Wissenschaften einnehmen. Die Mathematik bewege sich durchaus im Ideellen und die Konsequenz erfordere daher, daß man, die Richtigkeit jener Definition des Erkennens vorausgesetzt, ihr den Charakter der Wissenschaft abspreche, was zunächst äußerst paradox[3]. Diese Konsequenz vermag ich jedoch von einem Standpunkte aus nicht als richtig anzuerkennen. Göring ist es, wie ich genötigt bin anzunehmen, nicht vollkommen klar geworden, daß jede Wissenschaft nur insoweit Wissenschaft ist, als sie präzise, deutlich umschriebene Begriffe enthält; ferner, daß keinem Begriffe in irgend einer Wissenschaft sein ihm genau entsprechendes Reales in der Anschauung gegeben werden kann. Alle Begriffe enthalten von konkreten Dingen immer nur einen verhältnismäßig kleinen Teil, den, welchen alle darunter verknüpften Dinge besitzen und durch welchen sie gedacht werden. Vermittelst dieser Merkmale beziehen sich die Begriffe auf alle darunter befaßten Dinge, deuten sie dieselben an, aber sie er-

[1] System der deduktiven und induktiven Logik von Stuart Mill; übersetzt von J. Schiel, zweite deutsche, nach der fünften des Originals erweiterte Auflage. 1862. Teil I. S. 269.

[2] Mill, ebenda S. 272. Weitere, denselben Gegenstand betreffende Ausführungen findet der Leser Bd. I. S. 303—311, Bd. II. S. 154—170.

[3] Carl Göring, System der kritischen Philosophie, Bd. II. S. 144—156. Das genannte Werk gehört zu den besten Erzeugnissen der neueren philosophischen Litteratur, dessen Studium man angelegentlich empfehlen muß. Göring war ein durchaus vorurteilsfreier, objektiver Denker, dessen Sinn nur auf die Ergründung der Wahrheit gerichtet war. Leider ist er schon tot, er schied freiwillig aus dem Leben.

schöpfen das Wesen derselben nicht. Wenn der Zoologe angibt, daß der Art *Canis familiaris* die Zahnformel $\frac{6.1.6.1.6}{7.1.6.1.7}$ zukomme, daß der Reißzahn zwei bis dreispitzig sei, daß sie an den Vorderfüßen 5, an den Hinterfüßen 4 Zehen mit schwach gekrümmten, nicht zurückziehbaren Krallen habe, daß sie schließlich einen nach links gekrümmten Schwanz besitze, so können wir zwar alle diese Merkmale an jedem beliebigen Hunde auffinden, aber ein Hund, der nur diese Merkmale besäße, existiert so wenig als ein mathematischer Punkt. Der Körper, den der Physiker voraussetzt, ist gleichfalls ein reines Abstraktum. Wenn die Natur der bis vor kurzem sogenannten permanenten Gase experimentell demonstriert werden soll, so ist es an sich vollkommen gleichgültig, ob man mit atmosphärischer Luft oder mit Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd oder Stickoxyd experimentirt. Denn das Gas, dessen Eigentümlichkeiten nachgewiesen werden sollen, wird von vornherein mit Merkmalen ausgestattet, die in solcher Bestimmtheit, wie der Begriff es verlangt, sich an keinem der genannten Gase vorfinden: das Gas des Physikers ist ein Ideal- und Universalgas, ein begrifflich gewordenes Gas, welches nicht existiert. Ähnlich verhält es sich in allen übrigen Wissenschaften; die Begriffe sind somit nur Schemata von Dingen und für Dinge.

Kehren wir nach dieser Abschweifung, die aber in Rücksicht des Gesamtcharakters meiner Darlegungen geboten schien, zurück. Es geht, wie mich dünkt, aus denselben zur Genüge hervor, daß die Möglichkeit der Geometrie durch Zugrundelegung der Transscendentalität nicht erklärt wird. Was ist denn Geometrie? Es ist die Lehre von den Raumgrößen. In der Verschiedenartigkeit dieser Raumgrößen liegt allein das Bedürfnis nach einer allgemein verbindlichen, demonstrierbaren Methode, dieselben zu bestimmen. In der Transscendentalität des Raumes ist aber jeder Größenunterschied aufgehoben. Wie kann also aus der Transscendentalität des Raumes Geometrie folgen, wenn die Entstehung der Geometrie die Existenz der verschiedenartigsten Raumgrößen voraussetzt, in der Transscendentalität des Raumes aber jeder Unterschied in der Art der Raumerfüllung aufgehoben ist? Die Unfähigkeit des Idealismus, von seinen a priori vorausgesetzten Begriffen auf das anschaulich Gegebene herab zu gelangen, liegt auch hier offen zu Tage. Sind die Begriffe etwas anderes als Schemata von und für Wirklichkeiten, kann ihr Bedürfnis und ihre Berechtigung nicht im Hinblicke auf das anschaulich Gegebene begründet werden, so taugen sie überhaupt nichts und es ist bloße Zeitvergeudung, sich mit dergleichen zu beschäftigen. — Wer die Geometrie aus der transscendentalen Natur des Raumes ableiten will, der hat zuerst den Beweis zu liefern, daß Geometrie entstehen kann ohne körperliche Dinge, deren Ausdehnung und Inhalt gemessen werden sollen. Da ein solcher Beweis niemals geliefert werden kann, so erscheint die Überzeugung, daß die Raumvorstellung wie jede andere a posteriori entstanden ist, in allen Punkten ausreichend begründet.

(Fortsetzung folgt.)

Über die Teilbarkeit und das Regenerationsvermögen einzelliger Tiere.

Von

Dr. **Eugen Korschelt** (Freiburg i. Br.).

(Mit 6 Holzschnitten.)

Wie jede höher organisierte pflanzliche und tierische Zelle, so setzt sich auch der Körper der einzelligen Tiere in seinen wesentlichen Bestandteilen aus Zellplasma und Zellkern zusammen. Von diesen beiden Bestandteilen ist gewiß jeder von besonderer Wichtigkeit für die Lebensverrichtungen des Tieres. Die speziellen Funktionen der beiden Hauptbestandteile und vor allem des Zellkerns sind freilich noch wenig ergründet. Wohl lehrt der Augenschein, daß dem Protoplasma des einzelligen Wesens die Thätigkeit der Nahrungsaufnahme, der Bewegung und der Empfindung zufällt. Wir sehen, wie die Amöbe den pflanzlichen oder tierischen Körper, welchen sie sich zur Nahrung ersehen hat, mit ihrem jeder Formveränderung fähigen Leibe umfließt und ihn so in ihr Inneres aufnimmt, wo er allmählich durch die Thätigkeit des Protoplasmas zersetzt, verdaut wird. Wir beobachten weiterhin, wie dieselbe Amöbe sich dadurch fortbewegt, daß sie immerwährend Ausläufer ihres Zellprotoplasmas aussendet und wieder einzieht. Diese Ausläufer vermitteln die Bewegung des Tieres. Sie stellen gewissermaßen Füßchen desselben dar.

Jedem, der Infusorien unter dem Mikroskope beobachtet hat, ist es bekannt, wie schwierig sich diese Tierchen zur Darstellung bringen lassen. Sie eilen mit Behendigkeit hin und wieder und sind nur schwer in dem Gesichtsfeld festzuhalten. Bei genauer Betrachtung erkennt man dann, daß diese schnelle Bewegung hervorgebracht wird durch eine Unzahl von Wimpern oder Härchen, welche die Oberfläche des Körpers bedecken und regelmäßige Bewegungen ausführen (vergl. die Abbildung von *Stentor* Fig. 1). Indem sie in entsprechender Weise gegen das Wasser schlagen, bewegen sie das Tier in bestimmter Richtung vorwärts. Diese Wimpern nun sind wie die erwähnten Scheinfüßchen oder Pseudopodien der Amöben Fortsätze der plasmatischen Körpersubstanz des Infusoriums.

Verfolgen wir ein Infusorium auf seiner Bahn, so sehen wir gelegentlich, wie es auf ein Hindernis in derselben stößt. Dann zuckt es zurück und ändert seinen Weg. Der äußere Reiz, welcher von dem nur ganz flüchtig berührten Gegenstand ausgeht, ist von dem Protoplasma perzipiert worden und das Tier reagiert in raschester Weise auf diesen Reiz, indem es ganz plötzlich seinen Weg ändert.

Dies sind also beispielsweise einige Thätigkeiten des Protozoenkörpers, welche zweifellos dem Zellprotoplasma selbst zukommen. Wie aber verhält sich der Kern? Welche Funktionen hat er zu erfüllen? Die Beantwortung dieser Frage ist bis in die neueste Zeit noch nicht gelungen. Wohl hat man gesehen, daß bei der Vermehrung, d. h. bei der Teilung der Protozoen auch der Kern sich teilt, so daß die beiden Tochterindividuen je eine Hälfte des Kernes vom Muttertiere erhalten. Auch ist beobachtet worden, daß bei der Konjugation, d. h. bei der Vereinigung zweier Tiere die Kerne miteinander verschmelzen, aber die Bedeutung des Kernes für den Organismus hat aus diesen Beobachtungen nicht erschlossen werden können. Allerdings hat man verschiedene Vermutungen darüber aufgestellt, auf die ich aber hier nicht näher eingehen will. In neuerer Zeit nun ist es Professor Gruber[1] in Freiburg gelungen, über die Bedeutung des Kernes für den Organismus der einzelligen Tiere einige wichtige positive Beobachtungen zu machen. Diese Beobachtungen beziehen sich besonders auf Regenerationserscheinungen solcher Tiere, denen künstlich Verletzungen beigebracht wurden. Professor Gruber benützte zu seinen Untersuchungen vorzüglich eines der größten Infusorien, den *Stentor coeruleus*, welcher schon mit bloßem Auge sehr wohl sichtbar ist. Diesem Infusorium brachte er mit Hilfe eines scharfen Skalpells verschiedenartige Verletzungen bei, wie dies sogleich näher beschrieben werden soll.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß sich einzellige Tiere, wenn sie in einzelne Stücke zerfällt werden, allmählich wieder zu vollständigen Organismen ergänzen, welche dem ursprünglichen Tiere durchaus gleichen. Solche Versuche sind schon vor längeren Jahren angestellt worden. Auch hat man verschiedentlich beobachtet, daß gewisse Infusorien (*Oxytricha* z. B.) aus eigenem Antriebe in eine größere oder geringere Anzahl von Stücken zerfallen und daß sich aus diesen unregelmäßig gestalteten Stücken sodann wieder neue Infusorien von regelmäßiger Gestaltung bilden. Gruber's Bemühen ging nun dahin, die Vorgänge genau zu ergründen, welche bei dieser Regeneration verloren gegangener Teile am Protozoenkörper statthaben. Für diesen Zweck ist der *Stentor coeruleus* besonders geeignet, weil sein Körper infolge der abwechselnden blauen und lichten Streifen, sowie durch die ganze (kegelförmige) Gestaltung und die isolierte Lage des Mundfeldes mit seiner charakteristischen Bewimperung eine besondere Differenzierung aufweist (vergl. Fig. 1—3). Die verschiedenen Teile des Körpers sind infolgedessen leicht zu erken-

[1] Über künstliche Teilungen bei Infusorien. Erste und zweite Mitteilung; im Biolog. Centralblatt IV. Bd. Nr. 23 und V. Bd. Nr. 5. — Beiträge zur Kenntnis der Physiologie und Biologie der Protozoen; mit einer Tafel, in den Berichten der Naturforscher-Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 1. Bd. 2. Heft.

nen und ihre Neubildung läßt sich bei verletzten Tieren mit Sicherheit verfolgen.

Gruber verfuhr zunächst so, daß er einen *Stentor* ungefähr in der Mitte quer durchschnitt in der Richtung, welche die horizontale Linie in Fig. 1 bezeichnet. Ist der Schnitt in der richtigen Weise geführt worden, so schließen sich die Wundflächen sofort und die beiden Teilhälften schwimmen munter umher. Diese Teilstücke wurden dann von Gruber isoliert und weiter beobachtet. Dabei ergab sich, daß sich das an der Schnittfläche breit abgestutzte Vorderende des Stentors einfach in die Länge streckt, wodurch das spitz zulaufende Körperende, so wie wir es am unverletzten *Stentor* kennen, von neuem hergestellt wird. Es hat bei dieser Art von Regeneration den Anschein, als träte keine Neubildung, sondern nur eine Umlagerung schon vorhandener Teile ein. Verwickelter ist der Vorgang der Regeneration naturgemäß an dem hinteren der beiden Teilstücke, da ja an ihm das ganze Peristomfeld mit Mund und Wimperspirale (Fig. 1—3, *Pst*) neugebildet werden muß, wenn wirklich eine vollständige Ergänzung des Tieres eintreten soll. Dies geschieht nun wirklich. Zuerst rundet sich das Vorderende da, wo der Schnitt geführt worden war, kolbenförmig ab. Dann legt sich ein Streifen von großen Peristomwimpern an, dieser krümmt sich und bildet schließlich den Wimperkreis, welcher das Peristomfeld von dem übrigen Körper absetzt (vergl. Fig. 1—3, *Pst*). Zugleich senkt sich das eine Ende des Wimperstreifens in spiraliger Windung in die Tiefe und bildet auf diese Weise den Mund und den Schlundtrichter.

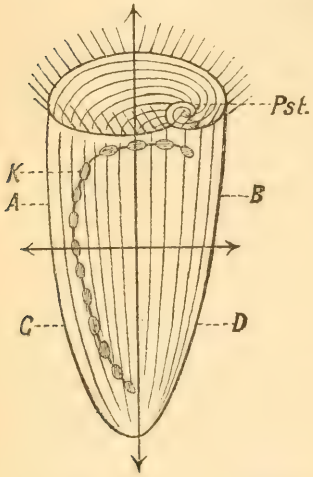


Fig. 1. *Stentor coeruleus*. *Pst.* Peristomfeld. *K.* Kern. Nach Gruber.

Die Art, in welcher sich die Organe des Stentors bei der Regeneration neu bilden, entspricht durchaus derjenigen, in welcher sie sich bei der spontanen Teilung des Infusoriums anlegen. Die Regeneration der Organe schlägt demnach bei den Infusorien ganz denselben Weg ein wie ihre Neubildung bei der Vermehrung der Infusorien aus eigenem Antrieb. Es muß also der Reiz, welcher durch die gewaltsame Entfernung eines Körperteils hervorgerufen wird, identisch sein mit dem uns unbekannten Impuls, welcher die Tiere zur Teilung veranlaßt. Diese von Gruber aufgefundene Thatsache ist um so interessanter, wenn man sie mit den Regenerationserscheinungen zusammenhält, welche von den mehrzelligen Tieren bekannt sind. Dieselben stimmen im wesentlichen mit dem von Gruber bei den Infusorien beschriebenen Verhalten überein, d. h. es zeigen auch bei den mehrzelligen Tieren die sich regenerierenden Organe in ihrer Bildungsweise einen embryonalen Charakter. Der Unterschied ist nur der, daß in diesem

Falle die Organe aus vielen Zellen bestehen, während bei den Infusorien das Ganze eine einzige Zelle darstellt. Wird also bei den Metazoen die Regeneration Zellen von embryonaler Beschaffenheit zugeschrieben, so müssen nach Gruber bei den Protozoen primitiv angelegte »Micellen« als Neubildner betrachtet werden. Unter Micellen hat man hier kleinste Plasmateilchen zu verstehen, die sich durch unsere optischen Hilfsmittel (auch bei Verwendung stärkster Vergrößerung) nicht sichtbar machen lassen.

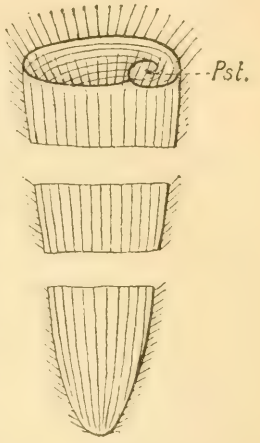


Fig. 2.
Stentor coeruleus in drei Stücke zerteilt. Nach Gruber.

Die Versuche, welche Gruber weiterhin anstellte, beweisen, daß in Hinsicht auf das Regenerationsvermögen kein Abschnitt des Körpers vor dem andern bevorzugt ist. Teilte Gruber einen *Stentor* durch zwei Schnitte in drei Teile, wie es Fig. 2 darstellt, so vermochte sich das mittlere Stück ebensowohl wie die beiden anderen zu einem ganzen *Stentor* zu regenerieren, obwohl es weder einen Mundabschnitt noch ein Fußende besaß. — Ein weiterer Versuch ist derjenige, bei welchem Gruber ähnlich, wie dies in Fig. 1 angedeutet ist, den *Stentor* erst durch einen Querschnitt in 2 Teile und dann jedes dieser Stücke nochmals durch einen der Länge nach geführten Schnitt teilte. Die so erhaltenen 4 Stücke vermochten sich ebenfalls zu vollkommenen Tieren auszubilden.

Welches außerordentliche Regenerationsvermögen der *Stentor* besitzt, davon zeugt der folgende Versuch, den ich wörtlich nach Gruber's Darstellung wiedergebe: »Ein *Stentor coeruleus*, den ich mit dem Buchstaben A bezeichnen will, wurde quer in zwei Hälften zerlegt; am folgenden Tage waren diese wieder zu zwei vollkommenen Tieren, B und B', ausgewachsen; von B wurde nun das Vorderende abgetrennt und B' wieder quer geteilt, wobei sich wieder nach 24 Stunden herausstellte, daß B sich wieder regeneriert hatte und die beiden Hälften von B' zu zwei vollkommenen Infusorien C und C' sich ausgebildet hatten. B wurde wieder geteilt, aber ohne Erfolg, da es am anderen Tage zerfallen war, während von den zwei Teilpaaren, in welche ich C und C' noch einmal zerlegt hatte, nur das eine von C abstammende zerfallen war, während die zwei Hälften von C' sich abermals zu zwei kleinen Stentoren D und D' regeneriert hatten, und schließlich gelang es mir auch noch aus D und D' eine Generation E auf künstliche Weise zu erzielen; diese Individuen waren aber jetzt so klein geworden, daß sie ihre Lebensfähigkeit eingebüßt hatten und bald darauf zerfielen. Es war also gelungen, fünf Tage hintereinander künstliche Teilung an denselben Objekten auszuführen, wobei fünfmal Regeneration der verloren gegangenen Teile erfolgte.«

Weiterhin konnte Gruber auch an solchen Teilen Regenerationserscheinungen hervorrufen, die nicht völlig von einander getrennt waren, wodurch ganz eigentümliche Gestaltungen der Tiere erzeugt wurden.

So spaltete er z. B. einen *Stentor* von oben auf die Weise durch einen Längsschnitt, daß der Schnitt ziemlich am Peristom vorbeiging. Das kleinere Stück blieb an dem großen haften und regenerierte sich in einigen Tagen, so daß eine Art von Zwillingsform zu stande kam: zwei Stentoren, die mit ihrem unteren Abschnitt verbunden waren. — Desgleichen läßt ein in ähnlicher Weise, aber von unten her geführter Längsschnitt einen *Stentor* mit doppeltem Fußende entstehen (l. c. Fig. 7), welcher einen ganz eigentümlichen Anblick gewährt.

Gruber experimentierte noch mit anderen Infusorien, um zu erfahren, ob auch sie eine so große Regenerationsfähigkeit besitzen wie *Stentor coeruleus*. Bei *Stentor polymorphus* und *Clymacostomum virens* ersetzten sich die entfernten Teile ebenfalls nach 24 Stunden. Das gleiche gilt von einem *Paramaecium*. Dagegen regenerierten sich andere Infusorien weniger rasch und gut, noch andere gar nicht. Gruber schreibt diese negativen Resultate den nicht ganz natürlichen Bedingungen zu, unter denen allein man die Infusorien fortgesetzt zu beobachten vermag, und glaubt trotz seiner teilweise negativen Resultate, daß die Kraft, verloren gegangene Teile zu ersetzen, allen Protozoen eigen ist. Er glaubt die Erwerbung der Regenerationsfähigkeit von seiten der Protozoen darauf zurückführen zu müssen, daß diese Tiere häufig aus eigenem Antrieb in unregelmäßige Stücke zerfallen und daß dann viele dieser Stücke im stande sind, wieder zu normalen Tieren auszuwachsen.

Versuche über die Regeneration von Infusorien sind nicht von Gruber allein angestellt worden, auch Professor Nussbaum in Bonn hat solche vorgenommen und die Resultate derselben in verschiedenen Schriften niedergelegt[1]. Nussbaum hat seine Versuche ungefähr zu gleicher Zeit mit Gruber und unabhängig von diesem angestellt. Eine vorläufige Mitteilung, durch welche Nussbaum die Ergebnisse seiner Untersuchungen bekannt machte, erschien vor der Veröffentlichung der Gruber'schen Untersuchungen. Die letzteren habe ich zuerst angeführt und eingehender behandelt, weil sie weiter gehen als die Nussbaum'schen und deshalb zu bestimmteren Schlüssen berechtigen.

Die Versuche Nussbaum's bezogen sich zunächst auf die im Darm des Frosches parasitisch lebende *Opalina ranarum*. Dieses Infusorium besitzt eine enorme Teilungsfähigkeit und gerade deshalb hielt es Nussbaum für besonders geeignet, um künstliche Teilungen mit ihm vorzunehmen. Leider bestätigte sich diese Vermutung nicht, sondern die operierten und in Augenflüssigkeit gehaltenen Tiere gingen schon in kurzer Zeit zu Grunde, bevor noch Regenerationserscheinungen an ihnen zu beobachten gewesen wären. Der Grund liegt wohl darin, daß es schwer ist, diesen parasitierenden Infusorien Lebensbedingungen zu schaffen, welche denjenigen im Innern ihres Wirtes entsprechen.

[1] Über spontane und künstliche Zellteilung. Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn. 1884. — Fortgesetzte Untersuchungen über spontane und künstliche Teilung der lebenden Substanz; ebenda 1885. — Über die Teilbarkeit der lebendigen Materie. I. Die spontane und künstliche Teilung der Infusorien. Mit 4 Tafeln. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. 26.

Besser gelangen die Versuche, welche Nussbaum an einem hypotrichen Infusorium, *Gastrostyla (Oxytricha) vorax*, anstellte. Dieses Infusorium wurde von Nussbaum der Länge und Quere nach oder auch in schräger Richtung zerteilt. Immer regenerierte es sich im Verlauf von 24 Stunden zu seiner ursprünglichen Form, gleichviel in welcher Richtung der Schnitt geführt worden war. Der »Kopfteil« hat ein neues hinteres Leibesende gebildet, die linke Hälfte des Tieres hat die abgetrennte rechte neu ergänzt u. s. f. Es entspricht dies also ganz dem Verhalten, wie es oben von *Stentor* eingehender geschildert wurde. Die infolge der künstlichen Teilung entstandenen Tiere vermehrten sich weiterhin aus eigenem Antrieb, so daß von Nussbaum aus einer in zwei Stücke zerschnittenen *Gastrostyla* zehn normale Individuen gezüchtet werden konnten. Ähnliches berichtet auch Gruber von *Stentor*.

Von Wichtigkeit erscheint das Verhalten des Kerns bei der Regeneration. Nussbaum vermochte darüber zu keiner bestimmten Entscheidung zu kommen. In einem Falle bemerkte er, wie aus einer zerteilten *Gastrostyla* sämtliche Kerne derselben austraten, so daß also die Teilstücke sicher kernlos waren. Eines dieser Teilstücke beobachtete er weiter und fand, daß es sich am folgenden Tage noch nicht wieder zu einer vollständigen *Gastrostyla* ergänzt hatte. Es tummelte sich in Form einer kurz geschwänzten Kugel in der Flüssigkeit. Aus dieser Beobachtung glaubte Nussbaum erschließen zu dürfen, daß zur Erhaltung der formgestaltenden Energie einer Zelle der Kern unentbehrlich sei. Allerdings konnte die geschilderte Beobachtung als Stütze dieses Satzes kaum genügend erscheinen und so wird derselbe von Nussbaum nur mehr als Vermutung aufgestellt. Glücklicher war Gruber in seinen Beobachtungen, indem er nachzuweisen vermochte, daß eine vollständige Regeneration, die mit Neubildung von Organen verknüpft ist, nur bei dem Vorhandensein von Kernsubstanz vor sich geht. Dieser Satz wurde von Gruber durch Experimente belegt. Als Versuchsobjekt diente wieder *St. coeruleus*.

Wenn Gruber einen *Stentor* auf die Weise, wie es die Linien in Fig. 1 andeuten, durch Schnitte zerlegte, so fand er, daß sich tags darauf drei der Teilstücke (A, B und C) zu einem vollkommenen Individuum regeneriert hatten, während das vierte (D) in seinem unvollkommenen Zustande verharrt war. Nun läßt sich bei dem *Stentor* die Kernsubstanz sehr leicht durch Konservieren mit absolutem Alkohol und nachheriges Färben mit Pikrokarmin nachweisen. Als Gruber dieses Verfahren auf die erwähnten Teilstücke anwandte, fand er, daß die drei ersten (A, B und C) Kernsubstanz enthielten, daß diese aber dem letzten fehlte, wie es ja auch schon aus der Lage der Schnitte hervorgeht. Gruber hebt dabei ausdrücklich hervor, daß das kernlose, unvollkommen gebliebene Stück nicht etwa kleiner als die andern, sondern von ungefähr gleicher Größe gewesen sei. Auch hatte er viel kleinere, aber kernhaltige Teilstücke anderer Individuen sich regenerieren sehen. Es konnte also bei diesen Versuchen nur von dem Mangel an Kernsubstanz herkommen, daß sich die betreffenden Stücke nicht wieder ergänzten.

Noch beweisender für die Bedeutung des Kerns bei der Regene-

ration ist ein anderer von Gruber angestellter Versuch. Gruber schnitt einer großen Anzahl von Stentoren das Hinterende ab und isolierte die abgeschnittenen Enden. Am folgenden Tage zeigte sich eine Anzahl davon völlig regeneriert, bei anderen war die Regeneration im Gange, aber nicht vollendet, und bei noch anderen zeigte sich keine Spur von Regeneration, es hatten sich nur die Wundstellen geschlossen. Bei der Färbung stellte sich nun heraus, daß die regenerierten Individuen einen normalen rosenkranzförmigen Kern, die andern aber nur ein Bruchstück des Kerns enthielten, während die regenerationsunfähigen Teilstücke völlig kernlos waren. Also auch hier bei dem Mangel des Kerns ein Ausbleiben der Regeneration, Zeugnis genug, daß der Kern von besonderem Einfluß auf die Neubildung von Teilen des Körpers ist.

Das Ergebnis eines anderen Versuches, welcher von Gruber angestellt wurde, war geeignet, den Experimentator irre zu führen. Gruber zerteilte nämlich einen *Stentor* in der Weise, wie es die geraden Linien in Fig. 3 angeben. Die beiden Teilstücke A und B hatten am andern Tage wieder eine ziemlich vollkommene Gestalt angenommen, und als Gruber bei der Färbung keine Spur eines Kernes in ihnen fand, glaubte er schon, daß die Regeneration auch ohne das Vorhandensein eines Kerns einzutreten vermöge. Bei genauerer Untersuchung ergab sich aber, daß

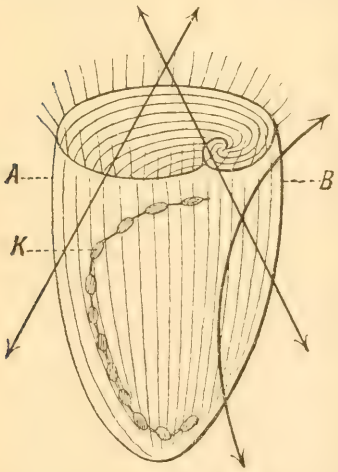


Fig. 3. *Stentor coeruleus.* Nach Gruber.

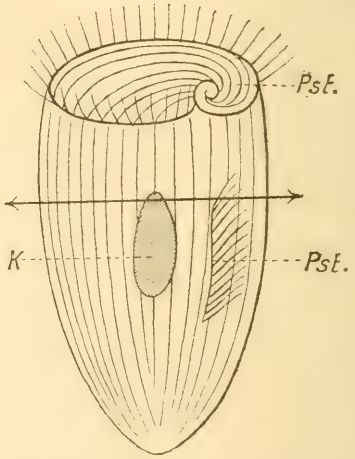


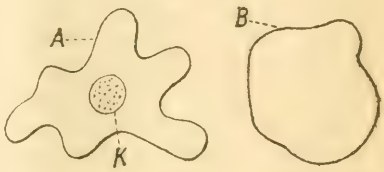
Fig. 4. *Stentor coeruleus. Pst.* die beiden Peristomfelder. *K.* Kern. Nach Gruber.

das vollkommene Aussehen der Tiere nicht auf wirklicher Regeneration beruhte, sondern vielmehr die Folge einfacher Wundheilung war. Das mitabgetrennte Peristomstück hatte sich kreisförmig zusammengeschlossen, wodurch das Bild eines vollkommenen Infusoriums hervorgebracht wurde.

Ebenfalls geeignet, zu Täuschungen Anlaß zu geben, war ein weiterer Versuch Gruber's. Gruber schnitt einen *Stentor* quer durch, der in spontaner Teilung befindlich und an welchem bereits das neue (zweite) Peristomfeld angelegt war. Die beistehende Fig. 4 stellt diesen *Stentor* dar. Die gerade Linie gibt die Richtung des Schnittes an, welcher ihn

in zwei Hälften trennt. Obwohl der (während der spontanen Teilung bohnenförmige) Kern bei der Operation zum Austritt gebracht worden war, regenerierten sich die beiden Hälften dennoch zu vollständigen Tieren. Gruber erklärt dieses Verhalten dadurch, daß solche Neubildungsprozesse, welche einmal in Gang gesetzt sind, auch ohne Zuthun des Kernes ungestört weiter gehen können. So würde also die Neubildung des Peristoms bei dem zuletzt erwähnten Versuch zu erklären sein. Die Anlage des Peristoms war schon vorhanden und die Ausbildung desselben brauchte sich nur weiter fortzusetzen. Es ist also in der Neuanlage von Körperteilen bei Infusorien eine Bewegung zu sehen, die unaufhaltsam ihrem Ziele zustrebt, wenn sie einmal in Fluß gebracht worden ist. Auftreten kann aber eine solche Bewegung nicht, wenn der Kern verloren ist, d. h. es können in diesem Falle keine neuen Organe entstehen. Beweis dafür sind diejenigen Fälle, in welchen Gruber Teile vom Körper des Stentors abtrennte, welche keine Abschnitte bestimmter Organe (z. B. des Peristomfeldes) enthielten. Solche Teile sind z. B. die Fußstücke oder andere, welche etwa in der Weise aus der Mitte des Körpers herausgeschnitten wurden, wie ich es in Fig. 3 durch die krumme Linie angedeutet habe. Enthielten solche Teilstücke des Stentors keine Kernsubstanz, so fand auch an ihnen niemals eine vollständige Regeneration, z. B. keine Ersetzung des Peristoms statt.

Fig. 5.



Einen weiteren Beweis für die Wichtigkeit des Kerns bei der Regeneration hat Gruber durch das Experiment an dem Vertreter einer anderen Gruppe der Protozoen beigebracht. Er experimentierte nämlich in demselben Sinne mit *Amoeba proteus*. Diese Amöbe besitzt nur einen ziemlich großen Kern und läßt sich aus diesem Grunde nicht schwer in eine kernhaltige und eine kernlose Hälfte zerlegen, wie in Fig. 6 durch die gerade Linie angedeutet ist. Wird der Schnitt in dieser Weise ausgeführt, so ergibt sich, daß das kernhaltige Stück (A) nach der Teilung ungestört fortfährt, seine Pseudopodien auszusenden und einzuziehen (Fig. 5), während bei dem anderen Teilstück (B) die Pseudopodien verschwinden: es zieht sich kugelig zusammen und stirbt mit der Zeit ab. — In diesem Falle führt also die Entfernung des Kernes sofort auch eine Alterierung der Bewegungsfähigkeit herbei. Der Kern ist von Einfluß auf die Thätigkeit des Zellplasmas und, wie es scheint, auf die Lebensfähigkeit des Organismus überhaupt.

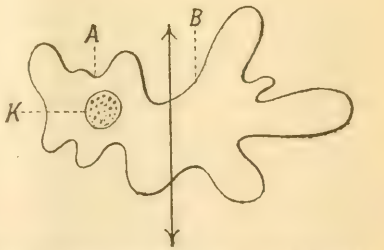


Fig. 6. *Amoeba proteus*. *K*. Kern. Nach Gruber.

So gelangte Gruber infolge seiner Versuche auf rein empirischem Wege, wie er selbst sagt, zu der »unumstößlichen Thatsache, daß der Kern der wichtigste, daß er der arterhaltende Bestandteil der Zelle ist und daß man ihm mit Recht die höchste Bedeutung bei den Vorgängen der Befruchtung und der Vererbung zuschreibt, wie dies von zahlreichen Forschern in neuester Zeit gethan wird«. Doch nicht allein eine solche Bedeutung scheint der Kern zu besitzen. Bei gewissen Gewebszellen spricht alles dafür, daß der Kern einen ganz direkten Einfluß auf die Thätigkeit der Zelle auszuüben vermag. Es ist dies in denjenigen Zellen der Fall, bei welchen der Zellkern Fortsätze aussendet und sich auf diese Weise beinahe durch die ganze Zelle verbreitete. Ich habe wiederholt zu zeigen versucht, wie diese bei ganz verschiedenartigen Zellen auftretende Erscheinung allein die Bedeutung einer Oberflächenvergrößerung des Kernes haben kann, mit dem Zweck, auf diese Weise (infolge der größeren Kontaktfläche) die Wechselwirkung zwischen Zellkern und Zellplasma zu erleichtern. Doch es ist hier nicht der Ort, auf diese Erscheinungen näher einzugehen. Jedenfalls haben wir erkannt, daß der Kern von großer Wichtigkeit für die Zelle ist, wie man dies schon längst vermutet hat. Diese Vermutung ist durch die Untersuchungen von Nussbaum und Gruber wiederum in evidenter Weise bestätigt worden. Auch hat Gruber weitere Mitteilungen in Aussicht gestellt, welche die Bedeutung der Kernsubstanz für den Organismus der Infusorien noch mehr erhärten sollen. Vielleicht findet sich später Gelegenheit zu einer Besprechung der betreffenden höchst interessanten Vorgänge. Hier möchte ich zum Schluß nur noch der Bemerkungen kurz erwähnen, welche Gruber im Anhang an seine Darstellung der Regenerationserscheinungen über die spontane Teilung der Infusorien machte.

Gruber unterscheidet dort zwei Arten von spontaner Teilung bei den Infusorien, erstens eine solche, bei welcher das Individuum durch Wachstum eine gewisse, nicht überschreitbare Grenze erreicht hat. Das ist die Vermehrung, welche man als Wachstum über das individuelle Maß hinaus bezeichnet hat. Sie findet man als die gewöhnliche Art der Vermehrung auch bei den Metazoen (den mehrzelligen Tieren). »Eine zweite Art der Vermehrung bei den Infusorien ist die durch rasch und in bestimmten Zeitintervallen aufeinander folgende Teilungen, ohne dazwischen liegendes Wachstum, also verbunden mit stetiger Abnahme des Körperumfangs bis zu einem bestimmten kleinsten Maß. Diese letztere Vermehrungsart würde dann eintreten, wenn die Infusorien unter ungünstigen Bedingungen sich befinden und es für die Erhaltung der Art wünschenswert erscheint, rasch eine große Anzahl von Individuen hervorzubringen. Am Ende dieser beschleunigten Teilungen würde dann eine Periode der Konjugation eintreten, die ja bekanntlich meist bei sehr kleinen Individuen beobachtet wurde.«

Das neue Element Germanium, nebst Bemerkungen über das periodische System der Elemente.

Von

Prof. Dr. **E. von Meyer** (Leipzig).

Die Entdeckung eines Elementes hat heute eine ganz andere, höhere Bedeutung als vor zwanzig und mehr Jahren. Während früher blinder Zufall zu herrschen schien und in dem neuen Elemente ein unwillkommener Zuwachs zu der großen Zahl schon vorhandener Grundstoffe erblickt wurde, ist man jetzt auf solche Ankömmlinge vorbereitet. In dem sogenannten periodischen System der Elemente finden sich nämlich Lücken, welche bisher unbekannte Grundstoffe aufzunehmen bestimmt sind. Die chemische Forschung stellt sofort mittels des Experimentes Fragen an das neue Element, um aus den erhaltenen, zum Teil mühsam abgerungenen Antworten den Platz, welcher demselben anzuweisen ist, abzuleiten.

Somit knüpfen sich an die Auffindung eines Elementes wichtige Fragen, deren Lösung zum Ausbau des chemischen Lehrgebäudes dient. Aber auch für alle naturwissenschaftlich gebildeten Kreise besitzt die Auffindung eines neuen Elementes ein großes Interesse wegen der an dieselbe sich anknüpfenden Spekulationen.

Die Entdeckung des Germaniums ist recht geeignet, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet zu werden; man wird dann die Bedeutung dieses chemischen Ereignisses in vollem Umfange würdigen. Die Geschichte dieses in deutscher Erde aufgefundenen Elementes, welches sein Entdecker, Clemens Winkler in Freiberg i. S., Germanium genannt hat, ist folgende: Ein im vorigen Jahre auf »Himmelfürst-Fundgrube« bei Freiberg zu Tage gefördertes Silbererz, als Mineralspezies Argyrodit genannt, ergab bei der von Winkler ausgeführten Analyse ein regelmäßiges Defizit von etwa 7 Prozent; letzteres ließ auf die Gegenwart eines Stoffes schließen, welcher der für alle bekannten Elemente ausgearbeiteten analytischen Methode nicht gehorchte. Nun galt es, das Erz in anderer Weise zu behandeln, es durch Experimentieren derart zum Sprechen zu bringen, daß das unbekannte x isoliert wurde. — Wird man hierbei nicht an die Entdeckung des Planeten Neptun erinnert, dessen Vorhandensein aus den von ihm ausgeübten Störungen auf bekannte Weltkörper von Leverrier vorhergesagt worden ist?

Nach der Isolierung des Germaniums begann die nähere Untersuchung seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften, zu welch letztern insbesondere die Verbindungsweise mit anderen Elementen ge-

hört. Dieser Aufgabe ist Cl. Winkler in ganz vorzüglicher Weise gerecht geworden, wie seine klassische, im Journal für praktische Chemie neuerdings veröffentlichte Experimental-Untersuchung erkennen läßt. Auf Grund sorgfältigster Versuche hat derselbe festgestellt, daß das Germanium zwei Sauerstoff- und zwei Schwefelverbindungen, ein flüchtiges Chlorid etc. bildet. Ein weiterer Schritt war die Ableitung des Atomgewichts vom Germanium, resp. der Zusammensetzung jener Verbindungen. Mit seinem Atomgewicht aber ist die Stellung des neuen Elementes unter den übrigen gegeben.

Zum Verständnis des letzten Satzes seien die Grundzüge des »periodischen Systems« in knapper Form dargelegt. — Schon bald nach Aufstellung der Atomtheorie und nach Ermittelung der relativen Atomgewichte von Elementen ging die Spekulation daran, aus der Größe der Atomgewichte bestimmte Schlüsse auf die Eigenschaften der Elemente abzuleiten. Zu solchen Spekulationen gehört die Hypothese Prout's, nach welcher die auf Wasserstoff, als Einheit, bezogenen Atomgewichte sämtlicher Elemente durch ganze Zahlen ausgedrückt werden, also Multipla von dem Atomgewicht des Wasserstoffs sind. Man erblickte in letzterem die Urmaterie, durch deren verschiedenartige Kondensation die übrigen sogenannten Grundstoffe gebildet waren. Trotzdem die Thatsachen, aus denen diese Hypothese abgeleitet wurde, sich als irrig erwiesen haben: die Idee, daß die Elemente untereinander in nahen Beziehungen stehen, daß wenigstens Gruppen derselben auf einen Grundstoff zurückzuführen seien, ist seitdem nie völlig erloschen.

Gewisse Regelmäßigkeiten, welche die Atomgewichte chemisch ähnlicher Elemente aufwiesen, trugen dazu bei, solche Vorstellungen rege zu erhalten. — Die Versuche, Beziehungen der Atomgewichte untereinander und zu den Eigenschaften der zugehörigen Elemente aufzufinden, konnten erst festen Boden gewinnen, nachdem die Atomgewichte als Konstanten erkannt und ihrer relativen Größe nach unzweideutig bestimmt worden waren. So ist denn die Bearbeitung dieses Gebietes erfolgreich betrieben worden, seitdem man die Atomgewichte von den früher gebräuchlichen Äquivalenten scharf zu trennen gelernt hat.

Unabhängig von einander haben ein deutscher und ein russischer Forscher, Loth. Meyer und Mendelejeff, die Elemente nach der Größe ihrer Atomgewichte angeordnet und aus dem so entstehenden Mosaik mit großem Scharfsinn bestimmte, ganz unverkennbare Regelmäßigkeiten herausgelesen, welche sich in dem allgemeinen Satze zusammenfassen lassen: Die Eigenschaften der Elemente sind periodische Funktionen ihrer Atomgewichte. — Man bezeichnet die auf jener Anordnung beruhende Zusammenstellung der Elemente als ihr »periodisches System«. Der häufig gebrauchte Ausdruck »periodisches Gesetz« erscheint zu kühn, in Anbetracht des Umstandes, daß eine den vielen Regelmäßigkeiten zu Grunde liegende gesetzmäßige Ursache noch nicht erkannt ist.

Was nun unter periodischer Abhängigkeit der Eigenschaften von der Größe der Atomgewichte zu verstehen ist, wird sich aus folgendem ergeben. Stellt man die Elemente, mit Lithium, dem auf Wasser-

stoff folgenden Grundstoff beginnend, nach der Größe ihrer Atomgewichte zusammen, so wird man bei flüchtiger Betrachtung einen scheinbar regellosen Wechsel der chemischen wie physikalischen Eigenschaften wahrnehmen. Überall aber zeigt sich eine regelmäßige und zwar periodische Änderung der letztern, wenn man schärfer zusieht. Auf das einwertige, stark elektropositive Lithium (Atomgewicht 7) folgt das zweiwertige, weniger positive Beryllium (9,3)[1], darauf das dreiwertige Bor (11) von sehr geringer Polarität, dessen Oxyd, im Gegensatz zu denen des Lithiums und Berylliums, elektronegativ ist. Dem Bor schließt sich der vierwertige, elektrisch indifferente Kohlenstoff (12) an, diesem der schwach negative, drei- (und fünf-) wertige Stickstoff (14), auf welchen die stark elektronegativen Elemente Sauerstoff (16) und Fluor (19) folgen: ersterer zwei-, letzteres einwertig. Damit schließt die erste Periode der Elemente; mit dem auf Fluor folgenden Natrium (23), welches in allen Eigenschaften dem Fluor entgegengesetzt ist, beginnt eine zweite, in welcher wir bei den einzelnen Elementen den nämlichen Wechsel der Eigenschaften wahrnehmen wie bei den Gliedern der ersten Periode. Im großen und ganzen entspricht das Natrium (23) dem Lithium, Magnesium (24) dem Beryllium, Aluminium (27,3) dem Bor, Silicium (28) dem Kohlenstoff, Phosphor (31) dem Stickstoff, Schwefel (32) dem Sauerstoff, endlich Chlor (35,4) dem Fluor.

Die Differenzen der Atomgewichte von den einander analogen Elementenpaaren betragen entweder genau 16 oder haben naheliegende Werte. Das Chlor schließt die zweite Periode ab; das darauffolgende Kalium (39) eröffnet, als »Atomanalogon« des Natriums und Lithiums, die dritte Periode u. s. f.

Geleitet durch die Größe der Atomgewichte ist man dahin gelangt, auch die übrigen Elemente nach Perioden und natürlichen Familien[2] anzuordnen, jedoch nicht ohne auf Schwierigkeiten bei einigen Gruppen von Elementen zu stoßen. Trotzdem ist schon jetzt die periodische Abhängigkeit der Eigenschaften aller Elemente von ihren Atomgewichten als Lehrsatz der allgemeinen Chemie anzuerkennen. Es würde hier zu weit führen, sollte erläutert werden, in welcher Weise physikalische Eigenschaften, wie Dichtigkeit der Elemente, Schmelzpunkte, Leitungsvermögen für Wärme und Elektrizität etc., Funktionen der zugehörigen Atomgewichte sind. In obiger Zusammenstellung der ersten zwei Perioden wurde nur auf den elektrochemischen Charakter und die Valenz der Elemente hingedeutet. Wird man nicht, wenn man in den Gliedern einer Periode wesentlich dieselben Eigentümlichkeiten hervortreten sieht wie bei den Elementen einer andern, an regelmäßige Tonfolgen, Tonleitern erinnert? Wie in diesen jedem Ton mehrere Oktaven entsprechen, so gehört zu jedem Element eine Reihe von »Atomanalogen.«

Das periodische System der Elemente hat übrigens schon manche Feuerprobe glücklich bestanden, was durch folgende Andeutungen klar

[1] Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Atomgewichte der nebenstehenden Elemente.

[2] Die Familien umschließen die chemisch ähnlichen Elemente, z. B. Lithium, Natrium, Kalium etc. oder Beryllium, Magnesium, Calcium u. s. f.

werden wird. Wenn jedes Element einen seinem Atomgewicht und seinem gesamten Verhalten entsprechenden Platz im System einnimmt, so kann dessen Stellung, sofern sein Atomgewicht noch nicht mit Sicherheit bestimmt ist, zur Feststellung des letzteren benutzt werden. Von dem im Jahre 1864 entdeckten Indium z. B. hatte man nur das Äquivalent 37,8 ermittelt; manches sprach dafür, dies Element, dem Zink und Cadmium analog, als zweiwertig aufzufassen, ihm daher das Atomgewicht 75,6 ($2 \times 37{,}8$) beizulegen. Ein Blick auf die Elemente mit den dieser Zahl naheliegenden Atomgewichten, nämlich Arsen (75) und Selen (79), lehrt jedoch, daß das metallische Indium nicht zwischen diesen beiden elektronegativen Elementen seinen Platz einnehmen kann. Die Vermutung L. Meyer's, daß dem Indium, als dreiwertig fungierenden Grundstoff, das Atomgewicht 113,4 (das dreifache seines Äquivalents) zukomme, daß es mit letzterem Werte seine richtige Stellung zwischen dem zweiwertigen Cadmium (111,6) und dem vierwertigen Zinn (118) erhalte, wurde bald durch Bunsen's Bestimmung der spezifischen Wärme des Indiums bestätigt. Ähnlich wie für letzteres wurde für Beryllium das richtige Atomgewicht 9,3 aus seiner mutmaßlichen Stellung im periodischen System spekulativ abgeleitet, experimentell erst später festgestellt.

Die periodische Anordnung der Elemente kann ferner zu Rate gezogen werden, wenn es gilt, zwischen zwei für ein und dasselbe Element ermittelten Atomgewichten zu wählen (beim Molybdän z. B. erprobt) oder einen an sich unwahrscheinlichen Wert zu korrigieren. So sollte nach älteren Bestimmungen das Tellur das Atomgewicht 127 haben, wodurch ihm ein Platz zwischen Jod (126,5) und Calcium (133) angewiesen wird; dahin paßt dasselbe aber ganz und gar nicht. Der neuerdings ermittelte Wert für Tellur = 125 stellt dasselbe richtig zwischen Antimon (120) und Jod (126,5).

Das periodische System hat also, wie schon diese wenigen Fälle lehren, wesentlich dazu beigetragen, das Problem, welches seit Dalton und namentlich Berzelius von den Chemikern als eins der wichtigsten angesehen wird, die sichere Bestimmung der Atomgewichte, seiner Lösung näher zu führen.

Endlich sind durch die Beschäftigung mit dem periodischen System Fragen von ganz eigenartigem Reize angeregt und in einzelnen Fällen beantwortet worden: Fragen nach unbekannten, noch zu entdeckenden Elementen, deren Existenz durch Lücken angezeigt wird, welche obiges System aufweist. Die Begründer desselben haben schon vor nahezu 20 Jahren das Vorhandensein neuer Elemente vorausgesagt, namentlich Mendelejeff stellte kühne Prognosen bezüglich der Eigenschaften und des Verhaltens nicht nur solcher Grundstoffe, sondern auch ihrer Verbindungen auf. — Wie haben sich nun die inzwischen beobachteten Thatsachen zu solchen Spekulationen gestellt?

Jedes der seither entdeckten, genau genug untersuchten Elemente hat einen bestimmten, bis dahin leeren Platz im periodischen System eingenommen und damit den Prognosen entsprochen. Die zwischen Calcium (40) und Titan (48) vorhandene Lücke ist durch das von Nilson

entdeckte Scandium (45) ausgefüllt worden, dessen Gesamtcharakter 10 Jahre zuvor von Mendelejeff bis auf Einzelheiten genau geschildert war. Das von Lecoq de Boisbaudran aufgefundene Gallium (70) ist in die nächste, im periodischen System folgende Lücke eingetreten und hat der genialen Voraussagung Mendelejeff's wesentlich entsprochen.

Das Germanium[1] endlich, dessen Entdeckung obige Erörterungen veranlaßte, hat sich nach seinem chemischen Verhalten als Atomanalogon des Siliciums, Titans, resp. Zinns erwiesen und erhält demgemäß sowie nach seinem Atomgewicht 72,3 den Platz zwischen Gallium (70) und Arsen (75). Auch des Germaniums Eigenschaften und chemisches Verhalten wurden von Mendelejeff zum Teil richtig vorausgesehen.

Überraschende Resultate sind, wie obige Darlegungen zur Genüge beweisen, durch rationelle Anordnung der Elemente nach der Größe ihrer Atomgewichte zu Tage getreten: eine periodische Abhängigkeit der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Grundstoffe von ihren Atomgewichten ist sicher nachgewiesen.

Die gemeinsame, diesen eigentümlichen Beziehungen zu Grunde liegende Ursache aufzudecken und als Gesetz zu formulieren, bleibt der Zukunft vorbehalten. Schon jetzt vermeint man, den Schleier lüften zu können durch die Annahme, daß die so verschiedenartigen Elemente oder wenigstens die zu einer natürlichen Familie gehörenden, auf einfachere Grundstoffe zurückzuführen seien. Das führt schließlich zu der Voraussetzung einer Urmaterie.

Merkwürdig, daß uralte Ideen in neuem Gewande wieder Leben gewinnen! Sehen wir nicht Demokrit mit seiner Urmaterie, welche die verschieden gestalteten Atome der Körperwelt bildet, wieder erstehen!? Wie nahe gerückt erscheint weiter die Annahme, daß ein Element in andere umwandelbar ist: das Problem, welches unter dem Namen Transmutation und Metallveredelung Jahrhunderte hindurch große und kleine Geister in Fesseln schlug!

Der heutige Chemiker muß sich gegenüber einer solchen spekulativen Auffassung kritisch, ja ablehnend verhalten und darf seine Annahme verschiedenartiger Elementarteilchen, seine Atomenlehre, nicht eher fallen lassen, als bis der Übergang eines Elementes in ein anderes ganz unzweifelhaft, auf dem Wege des Experimentes, nachgewiesen ist.

---

[1] Den Namen Germanium hatte Cl. Winkler dem Elemente gegeben, ehe dessen Stellung im periodischen System erkannt war. Nach dem von Mendelejeff bezüglich der Nomenklatur neuer Elemente gemachten Vorschlage sollte dasselbe Ekasilicium genannt werden. Jedoch wird wohl die zuerst gewählte Bezeichnung beibehalten werden, wenn auch der Herausgeber einer angesehenen französischen Zeitschrift naiver Weise die Beseitigung des Namens Germanium vorgeschlagen hat, da derselbe „un gout de terroir trop prononcé“ habe. Man denke an die den beiden zuvor entdeckten Elementen gegebenen Bezeichnungen: Scandium und Gallium! Als erfreuliche Thatsache sei hervorgehoben, daß das Gallium und das Germanium im periodischen System die besten freundnachbarlichen Beziehungen unterhalten.

Wissenschaftliche Rundschau.

Philosophie.

Du Bois-Reymond's Weltbild im Rahmen einer modernen Scholastik.

(Schluß.)

§ 4.

Du Bois hat Gelegenheit genommen, in einer neuen Auflage seiner Vorträge die Weber'schen Ausstellungen zurückzuweisen und dessen Positionen seinerseits kurz zu charakterisieren, wobei er leider dem verhängnisvollen Schnitte durch den psychologischen Organismus keine Beachtung schenkt.

Auf Grund dieser Sachlage ist Weber's Buch erwachsen. Dasselbe bringt zunächst einen Abdruck der erwähnten Kritik aus den philosophischen Monatsheften und im Anschluß daran einige Erörterungen, welche im Hinblick auf du Bois' Gegenbemerkungen das Thema der Untersuchungen genauer formulieren.

Im Vorworte zu den Vorträgen von du Bois gibt es eine übrigens bereits erwähnte Stelle, gegen welche die Weber'sche Polemik ihren Hauptangriff richtet. Denen, welche kein Gefallen an seinem Pyrrhonismus finden, ruft du Bois zu: »Mögen sie es doch mit dem einzigen andern Ausweg versuchen, dem Supernaturalismus. Nur daß, wo Supernaturalismus anfängt, Wissenschaft aufhört.«

Weber will es mit dem Supernaturalismus versuchen, dem du Bois den Charakter der Wissenschaft abspricht, und bemüht sich infolgedessen zu zeigen, daß die Auffassung, welche sein Gegner von der Materie hat, zu einer Verkennung des Supernaturalismus führt. Es handelt sich also darum, Platz zu schaffen für den Supernaturalismus als Wissenschaft, indem

1) die Frage nach dem Begriff und Wesen der Materie,
2) die Frage nach dem Ursprung der Atome

von neuem aufgenommen wird.

Der Hauptteil des Buches zerfällt demgemäß in folgende Abschnitte:

Du Bois' ursprünglichste Auffassung der Materie.
Du Bois' modifizierte Ansicht von der Materie.
Kritik des du Bois'schen Materialismus und Formulierung der Weber'schen Positionen.

Wir haben oben den DU BOIS'schen Ausdruck »Supernaturalismus« ohne weiteres dem, von uns in ganz bestimmter Weise charakterisierten, Worte »Metaphysik« gleichgesetzt und wollen nun auf diese Gleichsetzung noch etwas näher eingehen. Wir werden den DU BOIS'schen Ausdruck verstehen, wenn wir wissen, was DU BOIS unter »Natur« versteht. Als DU BOIS das Thema seines ersten Vortrages feststellte, begann er: »Natur-Erkennen . . . . . oder Erkennen der Körperwelt . . . .« Daraus würde man die Gleichung »Natur = Körperwelt« gewinnen und dabei dem Nebengedanken Raum geben, daß hier die Welt der psychischen Regungen nicht in das Reich der Natur hineingerechnet wird. Daß dieser Nebengedanke falsch ist, belehrt uns die bald darauf folgende Stelle: »Denken wir uns alle Veränderungen in der Körperwelt in Bewegungen von Atomen aufgelöst, die durch deren konstante Zentralkräfte bewirkt werden, so wäre das Weltall naturwissenschaftlich erkannt.«

DU BOIS sieht auch die Gesamtheit der psychischen Regungen als Funktionen der Materie an und nur über das »Wie« der Abhängigkeit werden wir gemäß seiner zweiten Grenze niemals etwas wissen, d. h. wir haben bei DU BOIS die Gleichung:

Natur = Weltall.

Uns zwingt die Existenz der zweiten Grenze, das Physische und das Psychische in bezug auf funktionelle Abhängigkeit streng zu trennen und dafür die einfache Parallelität physischer und psychischer Vorgänge zu verteidigen, d. h. diese als gegenseitige Geleiterscheinungen aufzufassen. Bezeichnen wir die Gesamtheit aller physischen und aller psychischen Vorgänge durch den Sammelnamen »Erscheinungswelt« oder »Welt der Relationen«, so haben wir die terminologische Gleichung:

DU BOIS' Natur = Erscheinungswelt.

Dabei ist allerdings darauf Rücksicht zu nehmen, daß auf der einen Seite ein monistisches, auf der andern Seite ein dualistisches Gebiet gedacht wird, dort ein materielles System, hier ein psychophysischer Organismus.

Und nun zur Frage des Supernaturalismus! »Nie werden wir besser als heute wissen, was, wie PAUL ERMAN zu sagen pflegte, hier, wo Materie ist, im Raume spukt.« »Es gibt für uns[1] kein anderes Erkennen als das mechanische, ein wie kümmerliches Surrogat für wahres Erkennen es auch sei.« »Nur mechanisches Begreifen[2] ist Wissenschaft; wo Supernaturalismus sich einmischt, hört Wissenschaft auf.«

Was soll das heißen? Hat DU BOIS nicht seine Naturphilosophie eine notwendige Ergänzung der Erkenntnistheorie genannt? Hat jemals diese Erkenntnistheorie, welche unserer Ansicht nach die Atome für die Naturphilosophie als Rechenmarken geschaffen hat, für sich selbst durch den Begriff des Atoms irgend welchen Nutzen gehabt? Will etwa DU BOIS behaupten, daß die Erkenntnistheorie in analytische Mechanik verwandelt werden könne und solle? Wo bliebe da die zweite Grenze? WEBER scheint (S. 49) solches allerdings zu glauben!

[1] Du Bois in „Darwin versus Galiani".
[2] Du Bois in dem Vortrage „Über die Übung".

Vielleicht könnte hier und da bei DU BOIS der Ausdruck etwas schärfer gefaßt sein, damit auch schärfer hervorträte, daß jenes mechanische Begreifen, welches allein Wissenschaft ist, nichts anderes ist als Zergliederung der Erscheinungen und Interpretation derselben gemäß dem Prinzip der Gesetzmäßigkeit und daß außerhalb des Rahmens dieses Begreifens keine Wissenschaft mehr liegt. Im Jahre 1848 reichte für DU BOIS die analytische Mechanik allerdings bis zum Problem der menschlichen Freiheit! Nachdem aber DU BOIS selbst laut genug eingestanden, daß für ihn seitdem der Tag von Damaskus gekommen, ist die Sachlage doch wohl klar genug! Übrigens ist mechanische (oder gesetzmäßige) Analysis an und für sich noch durchaus keine analytische Mechanik der Atome, sie ist es vielleicht für das Reich des Physischen, sicherlich nicht für das Reich des Psychischen. Unter dem Banner des Prinzipes der Gesetzmäßigkeit die Erscheinungen analysieren und die Ergebnisse der Analyse in deskriptiver und nicht in spekulativer Manier verwerten — das heißt an der Wissenschaft mitarbeiten.

Der Supernaturalismus als Wissenschaft d. h. doch wohl die Wissenschaft von dem, was jenseits der Erscheinungswelt liegt, reduziert sich auf die Anerkennung der Thatsache, daß wir als Kinder dieser Welt der Relationen gezwungen sind, die Idee des Absoluten zu bilden, eine Idee, welche trotz ihrer hohen Bedeutung wissenschaftlich nicht weiter verwendbar ist.

Was der Supernaturalismus als Zweig der Kunst für eine Bedeutung hat, haben wir bereits flüchtig zu skizzieren versucht. Wir wiederholen nur, daß der Philosoph, wenn anders die »Einheit alles Wissens« sein Ziel ist, zuletzt zum Metaphysiker werden muß und daß also der Naturforscher DU BOIS, nicht aber der Philosoph DU BOIS stehen bleiben darf bei PAUL ERMAN's im Raum spukenden X.

Da WEBER die Wissenschaft von der Erscheinungswelt durch seinen Supernaturalismus für wissenschaftlich ergänzt hält und somit gewisse Grenzen der Erkenntnis ohne weiteres überschreitet, so könnte man glauben, daß es für ihn überhaupt keine solchen Grenzen gibt. Dem ist aber nicht so! Es ist eine erkenntnistheoretische Bemerkung, welche von scharfer Einsicht zeugt, wenn WEBER in Erinnerung an GÜNTHER sagt: »Das eigentliche Wie des Werdens bleibt ein undurchdringliches Geheimnis, so sehr, daß eine Wissenschaft, die ihrer Aufgaben und Ziele in voller Klarheit sich bewußt ist, mit der Lösung desselben als mit einem schlechthin vergeblichen Bemühen sich nicht einen Augenblick wird beschäftigen wollen . . . dies gilt von jedem Vorgange im Himmel und auf Erden, so oft die Aufmerksamkeit dem eigentlichen Wie seines Geschehens sich zuwendet.« S. 5.

Diese Behauptung wird mit vollem Rechte ausgesprochen, nur war es nicht am Platze, dies (S. 225) DU BOIS vorzuhalten, der einst (1848) gesagt hatte: »Was ist gewonnen, wenn man sagt, es sei die gegenseitige Anziehungskraft, wodurch zwei Stoffteilchen sich einander nähern? Nicht der Schatten einer Einsicht in das Wesen des Vorgangs. Aber, seltsam genug, es liegt für das innewohnende Trachten nach den Ursachen eine Art von Beruhigung in dem unwillkürlich vor unserem inneren Auge sich

hinzeichnenden Bilde einer Hand, welche die träge Materie leise vor sich herschiebt, oder von unsichtbaren Polypenarmen, womit die Stoffteilchen sich umklammern, sich gegenseitig an sich zu reißen suchen, endlich in einen Knoten sich verstricken.«

Auch die Ursache für die Unbegreiflichkeit dieses »Wie« scheint uns ganz richtig charakterisiert zu werden, wenn Weber darauf hinweist, daß der Geist das Wie seines eigenen Werdens nicht begreift: in der That interpretieren wir alles nach Analogie unseres Ich.

Nachdem aber Weber den Gedanken anerkennt, daß durch die Weise der Selbsterkenntnis die Weise jeder andern Erkenntnis vorgezeichnet ist, scheint es uns ganz unbegreiflich, daß er unsere Unfähigkeit im Erkennen auf das »Wie« einschränkt und sie nicht auch auf das »Was« ausdehnt. Kennt man vielleicht das Wesen des Ich oder kennt man nur eine Formaleinheit von psychischen Vorgängen, welche allenfalls als Thätigkeiten eines X aufgefaßt werden können? Wird man also jemals in einem Dinge mehr sehen als eine Formaleinheit von Vorgängen, die im besten Falle auf ein unbekanntes Subjekt zurückweisen?

Weber zeigt an vielen Stellen in bezug auf den Kausalbegriff, daß er den alten scholastischen Sauerteig doch verdaut hat, in bezug auf den Substanzbegriff ist ihm dies noch nicht gelungen: hier fehlt ihm die Erkenntnis, daß die Substanz der Gruppe ihrer Accidentien nichts hinzufügt als eine Art von Klammer, deren nähere Beschaffenheit nicht festzustellen ist. An dem Substanzbegriffe belebt sich bei Weber auch der halberstorbene Kausalbegriff wieder und damit ist die Basis geschaffen für eine Metaphysik, welche vermeintlich Wissenschaft ist.

§ 5.

Die ersten beiden Abschnitte (III und IV) der speziellen Kritik, in welchen du Bois' Auffassung der Materie zur Besprechung gelangt, sind frisch und lehrreich geschrieben und berühren auch insofern sehr wohlthuend, als Weber ernstlich bemüht ist, der hohen Bedeutung seines Gegners gerecht zu werden.

Obwohl diese Abschnitte ganz besonders von der bereits gerühmten Sorgfalt zeugen, mit welcher sich der Kritiker in die einschlägigen Fragen eingearbeitet hat, so glauben wir doch nicht, daß du Bois eine Modifikation seiner Ansichten, wie sie Weber voraussetzt, zugeben wird. Die Färbung, welche du Bois' Vorrede von 1848 vor seinen Vorträgen auszeichnet, scheint uns ein Reflex seiner damaligen Beleuchtung der Frage nach der Lebenskraft, während er später auf das Gespenst dieser Kraft nicht mehr Rücksicht zu nehmen brauchte. Übrigens sagt du Bois auch in »Goethe und kein Ende« wiederum: »Die sogenannten Kräfte als Bewegungsursachen sind rein formale Begriffe.« Wenn also Weber glaubt, daß du Bois jetzt nicht mehr bereit ist, »Kraft« und »Stoff« für Abstraktionen zu halten, und daß er nun bei einer substanzialen Vielheit von kräftebegabten Atomen stehen bleiben will, so hat er vergessen, daß jenes Natur-Erkennen nur Surrogat ist oder daß, wie es wiederum in

»Goethe und kein Ende« heißt, »unser Kausalitätstrieb durch die Mechanik nur scheinbar befriedigt wird«.

Was wir unmittelbar in unsern Empfindungen wahrnehmen, ist die Energie der Bewegung, nicht aber die anziehende oder abstoßende Kraft. Aus der Energie der Bewegung kann ein unmittelbares Maß der Bewegung hergeleitet werden, welches vor dem älteren Maße der Bewegung, der Kraft, den Vorteil hat, welcher im Satze von der Erhaltung der Arbeit formuliert worden ist.

Kräfte, welche durch den leeren Raum hindurch anziehen und abstoßen, sind nur Substantivierungen der Thatsache, daß sich Körper bald von einander fort, bald auf einander zu bewegen. Hier hat du Bois ein großes Recht, sich auf den Altmeister Newton zu berufen, der so klar sah wie nur einer, während seine Nachfolger ihn nicht verstanden. Wenn Weber hier mit Emphase vom Autoritätsglauben spricht, so sollte er lieber fragen, woher sein psychologischer Schnitt stammt.

Was soll man aber dazu sagen, wenn Weber seine mathematisch ganz unfaßbaren beiden Urkräfte der Rezeptivität und Reaktivität, noch dazu unter dem Namen »Zentralkräfte« den Physikern anbietet! Daß jedes abgegrenzte Gebiet der Erscheinungswelt teils von außen erregt wird, teils selbst nach außen wirksam ist, wird niemand bestreiten, am allerwenigsten ich, der ich die actio der fremden Sphäre und die reactio der eigenen Sphäre vielfach meinen Betrachtungen zu Grunde gelegt habe! Lassen sich aber diese Kollektivbezeichnungen messen? Kann man dabei etwas anderes messen wollen als die Energie von Bewegungen bez. daraus Abgeleitetes?

Was soll man aber ferner dazu sagen, wenn Weber (S. 237) schreibt: Es wurde ferner dargethan, daß jedes, auch das denkbar kleinste materielle Teilchen, eine Dualität von Kräften enthalte, die von ihm ganz und gar unlöslich sind, zu denen aber auch neue Kräfte oder ein neuer Zuwachs an Kraft unter keinen Umständen und in keiner Art hinzukommen kann. Hieraus ergibt sich unmittelbar, wie leicht ersichtlich, die für die Physik so wichtig gewordene »Lehre von der Erhaltung der Kraft«. Ja wohl! Wenn man damit vom Lehnstuhle der spekulativen Betrachtung aus so leicht fertig würde! Weiß denn Weber nicht, daß die lebendigen Kräfte und die Spannkräfte gar keine Kräfte in unserm Sinne sind, daß hier eine veraltete Terminologie vorliegt und daß es sich vielmehr um Energie oder Arbeit handelt? Will Weber $\Sigma \frac{1}{2} m v^2 =$ constans aus seiner Rezeptivität und Reaktivität beweisen?

Statt diese Fragen in bezug auf die Konstanz der Energiesummen und in bezug auf die Konstanz der Massensummen hier weiter zu verfolgen, wollen wir lieber auf unsere ausführlichere Darstellung verweisen, welche übrigens unsers Wissens bisher die einzige ist, welche G. Kirchhoff's Auffassung in elementarer Behandlung weiten Kreisen zugänglich zu machen bestrebt ist[1].

In einem Punkte müssen wir allerdings Weber beipflichten: Auch

[1] Grundzüge der Elementarmechanik. Braunschweig 1883 bei Schwetschke.

das Surrogat der Erkenntnis sollte nicht bei einem Konglomerat von kräftebegabten Atomen stehen bleiben, sondern aus demselben ein Ganzes zu machen versuchen.

Die andern beiden Abschnitte (V und VI) der speziellen Kritik führen uns nun, abgesehen von der bereits berührten Diskussion über Wesen von Wissenschaft und Supernaturalismus und deren gegenseitiges Verhältnis, zu Weber's eigenen Positionen, innerhalb deren die Atome als die Produkte eines Entwickelungsprozesses erscheinen, in welche das ursprünglich noch nicht entwickelte Naturprinzip sich auseinander gelegt und besondert hat. S. 9.

»Die primitive Indifferenz des Naturprinzipes beweist dasselbe als eine gesetzte Größe und die Art seiner Setzung kann nicht anders als durch einen Kreationsakt des nicht gesetzten oder absoluten Seins, d. i. Gottes, begriffen werden.« S. 11.

Der Natur gegenüber wird der Geist als andere Kreatur eingeführt. Wir würden gegen diese Metaphysik als künstlerische Leistung nichts einzuwenden haben, wenn unter dem Banner des Prinzipes der Gesetzmäßigkeit die Natur lediglich als das Physische und der Geist eines Menschen als die Gesamtheit von dessen psychischen Regungen angeführt würde.

Wenn aber Knoodt, der Lehrer und Freund von Weber, dem dieser auch sein Buch gewidmet hat, in seiner Rezension (Phil. Monatshefte 1886) alles das als stricte bewiesen bezeichnet, so müssen wir protestieren.

§ 6.

Wir kommen zum Schlusse noch einmal genauer auf Weber's Schnitt durch den psychischen Organismus zurück, weil wir dessen Beseitigung für den ersten Schritt zu einer tieferen Verständigung halten.

Worin besteht Weber's eigenartige Erkenntnistheorie, auf deren Basis er seine Positionen aufbauen will?

Dr. J. L. A. Koch, Direktor der Königl. Württemb. Staatsirrenanstalt Zwiefalten, sagt in seinem Grundrisse der Philosophie (1885) im Hinblick auf Weber's Arbeiten, daß »der Stoff (die Natursubstanz), sobald er zu sensiblem Nervensystem mit Gehirn konfiguriert sei, es auch zu einem subjektiven, sogenannten psychischen Leben zu bringen vermöge, daß sein Denken aber qualitativ anders sei und bleibe als das Denken des vom Leibe wesensverschiedenen Geistes«.

Hier wird also der erwähnte Schnitt durch den psychischen Organismus gemacht, indem man die niederen und höheren Leistungen innerhalb desselben nicht etwa bloß mehr oder weniger scharf unterscheidet, sondern indem man die Gebiete derselben ganz und gar auseinander reißt. Trotz vieler Einwände würde uns dieser Standpunkt noch diskutabel scheinen, wenn demgemäß zu einer psychischen Einheit verbunden, eine Art von niederer und eine Art von höherer Seele eingeführt werden sollten, welche in dem Stoffe ihren Antipoden hätten!

Schon früher belehrt uns (S. 15) Weber durch den Tadel eines du Bois'schen Satzes, welche Ansicht er zu der seinen gemacht hat.

Du Bois hatte gesagt: »Wie groß auch der zwischen den höchsten Tieren und den niedrigsten Menschen übrigbleibende Sprung und wie schwer die hier zu lösenden Aufgaben seien, bei einmal gegebenem Bewußtsein ist deren Schwierigkeit ganz anderer Art als die, welche der mechanischen Erklärung des Bewußtseins überhaupt entgegensteht: diese und jene sind inkommensurabel.«

Hierin findet Weber einen der größten und verhängnisvollsten Mißgriffe, die du Bois überhaupt sich hat zu schulden kommen lassen, denn . . . . . der Mensch ist, nach christlicher Ansicht, nicht wie das Tier ein monistisches, sondern ein dualistisches Wesen, die Synthese von Geist und Natur, Seele und Leib (S. 233).

Was ist aber hier zu thun, da die Tiere doch auch denken und da ferner beim Menschen das Denken doch auch zuweilen einen sozusagen tierischen Charakter hat? Es bleibt der Ausweg, das tierische Denken mit den echten Materialisten lediglich als Funktion der Materie, im speziellen des Hirns, zu fassen und dem Menschen neben diesem noch ein toto genere davon verschiedenes Denken zuzuschreiben, welches als Funktion des Geistes zu erfassen ist. Es ist die alte Geschichte, die bei Descartes leidlich neu war, daß die Tiere Maschinen sind und doch denken, während der Mensch, ja der Mensch . . . .

Leider wird man aus dem Zugeständnisse, welches Weber dem Materialismus macht, stets den bewährten Schluß ziehen, daß der Mensch ebenso Maschine ist wie die Tiere und auf dieselbe Art denkt wie jene . . . für uns ist keine Regung des Bewußtseins eine Funktion der Materie, d. h. Menschen und Tiere sind uns zunächst und vielleicht überhaupt dualistische Wesen.

Als Beleg für Weber's Ansicht diene folgende (S. 13) Stelle: »Offenbar ist das Gehirn, d. i. die dasselbe konstituierenden Moleküle, der Träger der ihm immanent werdenden mechanischen Erzitterungen oder Bewegungen; aber ebenso unleugbar ist es nach unserer Überzeugung dasselbe materielle Gehirn, welches die ihm immanenten Bewegungen auch zu demjenigen verarbeitet oder auf Veranlassung der letzteren dasjenige bildet, was wir Empfindung, Vorstellung, Wahrnehmung nennen.«

»So wird von nun an auch der Behauptung, daß die zu einem Sinnenindividuum mit sensiblem Nervensystem und Gehirn organisierte Materie »denke«, mit Fug und Recht nicht mehr widersprochen werden können.« S. 14.

»Gerade in der Anerkennung und Verteidigung der Thatsache, daß auch die Materie als solche unter bestimmten Bedingungen ein Denken durchsetze, erblicken wir unsererseits nicht erst seit gestern wie das große Verdienst so auch die relative Wahrheit des Materialismus.« S. 15.

Und was bleibt neben dem Denken, welches aus dem Schoße der Materie stammt, noch für ein anderes Denken übrig? »Ein bloßes Sinnensubjekt wie das Tier wird daher die auf es einwirkenden Gegenstände ebenfalls zwar wahrnehmen, aber es wird nicht zugleich auch die Fähigkeit haben, die wahrgenommenen nach Sein und Erscheinung, Substanz und Accidenz u. s. w. zu unterscheiden.« S. 15.

Das Vorhandensein dieser Gedanken und allgemeiner der sogenannten Kategorien in jedem seiner selbst bewußten Menschen weist daher unzweifel-

haft darauf hin, daß in diesem außer dem sinnlichen noch ein anderer Denkprozeß sich einstellt, welcher nicht bloß eine Steigerung von jenem sein kann, sondern zu ihm in diametralem Gegensatze stehen muß. S. 16.

In Erinnerung an einen älteren Ausspruch von DU BOIS könnte also WEBER schreiben: Die analytische Mechanik reicht bis zur Thatsache der Kategorien.

Der Schnitt durch den psychophysischen Organismus des Menschen ist hier falsch gemacht, er trennt nicht das Physische vom Psychischen, sondern er löst einen Bruchteil des Psychischen ab und zwar ohne zwingende Gründe .... gerade so verfuhr DU BOIS, allerdings mit größerem Rechte, als er einst bei dem Probleme der Willensfreiheit die Pfähle einschlug, anstatt, wie er jetzt thut, vor der ersten Thatsache des Bewußtseins stehen zu bleiben. Was nützt aber diese gewaltsame Trennung des psychischen Organismus? WEBER sagt: »Ist aber erst der **Dualismus des Gedankens** in dem geheimnisvollen Innern des Menschen eine bewiesene und nicht mehr zu leugnende Thatsache, dann wird man auch dem Dualismus des Seins oder der Substanzen von Geist und Natur in und außer dem Menschen die Anerkennung nicht versagen können.« S. 17.

Unserer Ansicht nach würde es selbst für WEBER'sche Tendenzen wirksamer sein, unter Anerkennung von DU BOIS' zweiter Grenze einen absoluten Dualismus von Physischem und Psychischem zu begründen, d. h. Geist und Materie einander als Substanzen gegenüberzustellen und diese des näheren als Kreaturen Gottes zu bestimmen.

Dadurch würde eine Annäherung geschaffen an unsern relativen Dualismus von Physischem und Psychischem, bei dem Geist und Materie z. B. als zwei Erscheinungsformen des Absoluten gefaßt werden können.

Warum vermag WEBER diesen Weg nicht zu betreten? Dabei würde ja das Tier auch ein dualistisches Wesen und .... nach christlicher Ansicht ist es monistisch zu konstruieren! Hält WEBER diese Ansicht wirklich für einen Grundpfeiler christlichen Denkens?

Wir wenden uns nun zu den Erörterungen, durch welche WEBER seinen »Schnitt« rechtfertigt. Dieselben sind in vielen Beziehungen äußerst lehrreich und klären vor allem einzelne psychologische Fragen in ganz mustergültiger Weise auf, ja sie beweisen auch vollkommen, zum Teil in Anlehnung an GÜNTHER'sche Schlüsse, daß »mit dem Geiste oder der Seele des Menschen dessen Gehirn, sei es als Ganzes, sei es in irgend einem seiner Teile, nicht identisch sein kann«. S. 179.

Mit disem Ergebnisse können wir um so mehr einverstanden sein, als es für uns überhaupt nur einen Ausgangspunkt der Philosophie gibt, das »Cogito«. Was diese Erörterungen aber nicht beweisen, ist, daß im Menschen das niedere und das höhere Denken ganz und gar auseinanderfällt und daß der Menschenleib mit seinem tierischen Denken gewissermaßen nachträglich (Embryo, Neugebornes) noch durch das Denken des Geistes geadelt wird. WEBER sagt: »Das Tier als bloßes Sinneswesen — und auch der Mensch, sofern er ein solches ist« — gelangt nicht zu der Einsicht, »daß die Qualitäten seiner Empfindungen und Wahrnehmungen, wie Ton, Farbe, Wärme, Gestalt u. s. w. nur Erscheinungen sind, welche als Formales einem Realen, als Accidentien einem

Substrate, als Eigenschaften einem Wesen, als Wirkungen einer Ursache u. s. w. inhärieren«. Das mag sein . . . beim Tiere kann ich es ebensowenig behaupten oder leugnen, wie es Weber können sollte, solange ich nicht selbst durch Zauberkraft in den psychischen Organismus des Tieres Einblick erhalte, ohne dabei die Einsicht in mein Ich zu verlieren . . . in bezug auf das von Weber konstruierte Sinnensubjekt des Menschen ist jede Diskussion müßig, da man demselben natürlich innerhalb gewisser Grenzen alles mögliche andefinieren kann. Ich erlaube mir statt einer näheren Erörterung die Frage, wieviel Prozent unter den Menschen mehr sind als Weber'sche Sinnensubjekte und was bei den übrigen eigentlich der Geist zu thun hat. Weber sagt: »Denn würde das Sinnensubjekt, d. i. das Tier oder Gehirn auch diese Wahrnehmung noch machen, so müßte es damit ganz offenbar in und an sich selber anfangen.« Warum denn? Ist Selbsterkenntnis so wohlfeil? Es käme vielleicht schließlich dazu und erfaßte sich wohl auch am Ende als Ich! Was beweist das aber? Weber fährt fort: »Allein der Ich- als vernünftiger Lichtgedanken ist jedem Sinneswesen oder Gehirne als solchem laut unzähligen Thatsachen der Erfahrung schlechthin unerreichbar« . . . . ich kenne von den unzähligen Thatsachen keine einzige — »ein unleugbarer Beweis dafür, daß auch kein Gehirn als solches die auf es einwirkenden Gegenstände nach Sein und Erscheinung, Ursache und Wirkung, Realität und Formalität u. s. w. unterscheidet, eben weil es mit dieser Unterscheidung nicht in und an sich selber anzufangen im stande ist«. S. 148. »Es muß daher in dem Menschen noch ein zweites von dem Gehirn desselben als solchem qualitativ oder wesentlich verschiedenes Denksubjekt geben.« S. 153.

Wodurch soll nun eigentlich der »Schnitt« durch den psychischen Organismus gerechtfertigt werden? Wir sind der Ansicht, daß die Materie nicht die geringste Regung von Bewußtsein erzeugen kann. Wenn aber das Gehirn, wie Weber annimmt, bei den Tieren alles psychische Leben erzeugt, so kann es sich auch bei dem Menschen bis zum Ichgedanken erheben.

Weber macht (S. 175) sich selbst den Einwurf: »Aber was dem tierischen Gehirn als solchem unmöglich ist, wird das nicht etwa von dem des Menschen wegen der größeren Vollkommenheit desselben vor jenem ins Werk gesetzt?« Und auf diesen Einwurf antwortet Weber: »Logisch undenkbar ist eine solche Annahme nicht, weshalb die materialistische Auffassung des Menschen an sich denn auch nicht unvernünftig ist; aber steht jener Annahme auch keine ontologische oder metaphysische Unmöglichkeit entgegen?«

Dieser Übergang ist höchst verfänglich, doch die Metaphysik schadet in diesem Falle nichts, weil das Gehirn als solches, d. h. diese Vielheit materieller Elemente überhaupt kein Bewußtsein erzeugen kann, also auch kein Ichbewußtsein.

Weber's ontologische Untersuchung führt zu dem Resultat, welches für uns, abgesehen vom Ausdrucke, die Urthatsache der Philosophie ist. Weber sagt: Der Kopf eines jeden Menschen muß ein monadisches Sein enthalten; wir sagen: Cogito. Die Einheitlichkeit der psychischen Organisation wird von Weber als logisch möglich hingestellt und die Thatsachen sprechen dafür. Wozu also der Schnitt?

§ 7.

Wir sind am Ende unseres kritischen Ganges und es bleibt nur noch übrig, unsere eigenen Ansichten, welche hier und da berührt wurden, ganz kurz im Zusammenhange darzustellen.

Wir gehen vom Cogito aus und sehen im Ich, welches uns als die Formaleinheit seiner Zustände entgegentritt, das Maß aller Realität und außerdem das Muster für alle Interpretationen im Gebiete des Nicht-Ich.

Wenn das Wort Substanz nicht allzu vieldeutig wäre, so würden wir uns auch nicht dagegen sträuben, das Ich Substanz zu nennen, besonders in Erinnerung an H. Lotze[1], nach welchem Substanz nichts ist als ein Titel, der allem demjenigen zukommt, was verschiedene Zustände zu erfahren und in dem Wechsel derselben sich als bleibende Einheit zu bethätigen vermag.

Unter den Objekten meines Ich befinden sich auch solche, welche eine analoge Beschaffenheit verraten, wie ich sie diesem zuschreibe: sie sind Brennpunkte eines psychischen Lebens und sehen in mir ein Fremdes, wie ich in ihnen.

Alles, was mir als ein Fremdes gegenübertritt, bildet das Reich des Physischen und ich selbst gehöre in dieses Reich hinein, insofern ich anderen gleichfalls als etwas Physisches erscheine.

So gelangt man dazu, die Glieder der Erscheinungswelt als psychophysische Doppelwesen zu erkennen.

Könnte man ganz aus der Welt heraustreten und dieselbe trotzdem, sozusagen aus der Vogelperspektive, betrachten, so würde sie uns lediglich als physisches Reich erscheinen, da wir die Beseelung ihrer Glieder nach Analogie unseres, ihr eingefügten Ich vornehmen.

Könnte man alle Regungen psychischen Lebens in der Welt hineinleiten in unser Ich und dieses somit zur Formaleinheit alles Psychischen machen, so würde uns die Welt lediglich als ein psychisches Reich erscheinen.

So wird uns die Welt selbst ein psychophysischer Organismus, der Makrokosmus im Gegensatz zum Mikrokosmus jedes einzelnen unter seinen Gliedern, vornehmlich zum psychophysischen Organismus unserer selbst.

Das Fremde, d. h. die Gesamtheit der selbständigen Objekte unseres Ich ist uns zunächst als ein System unserer eigenen Empfindungen (Berkeley) gegeben, aber in jeder dieser Empfindungen macht sich ein Moment geltend, welches wir als die Bewegungsenergie des Fremden bezeichnen, und ein anderes Moment, dessen wir als unserer eigenen Bewegungsenergie inne werden. Actio et reactio! Aktives und passives Geschehen!

Können wir die Erscheinungswelt, soweit sie physisch ist, auflösen in ein System von energiebegabten Bewegungen, deren jeder eine psychische Geleiterscheinung in der Sphäre eines Ich entspricht?

Die modernen Anschauungen über die Konstitution der Gase, Flüssigkeiten und festen Körper lösen uns alle greifbare Materie, mag sie als Ganzes in Bewegung sein oder ruhen, auf in bewegte Atome, so daß in der That Herr Weber (S. 254) in seinen Kleidern zwar nicht eine Summe von Bewegungen, wohl aber ein System energiebegabter Bewegungen an-

[1] Vgl. das Motto zu meiner Phil. als deskript. Wissenschaft.

zieht; braucht doch der Physiker nicht das Atom, sondern die Energie der Bewegung und die damit gegebene Maßzahl, welche man Masse nennt.

Die Physik verbietet uns nicht, unseren Gedanken weiter auszubilden: Der psychophysische Organismus der Welt ist ein System von Doppelvorgängen, welche durchweg von außen energiebegabte Bewegungen, von innen psychische Regungen zu sein scheinen und welche hier und da, nach außen hin räumlich abgegrenzt, in den Formaleinheiten des Einzelichs zusammengehalten werden.

Ob nicht die Fäden alles individuellen Lebens zu einem Punkte hinlaufen? Wer wagt die Welt zu deuten, sobald der Gegensatz von Ich und Nichtich aufgehoben gedacht werden soll? Wer kann aus der Welt der Relationen, in welche wir gebannt sind, hinaustreten?

Einen Strahl sehen wir in der Nacht des Pyrrhonismus blinken! Unser kategoriales Denken zwingt uns, die Idee des Absoluten zu fassen, aber das Absolute erscheint uns als ein isolierter Pol.

Wir können auf dem Wege der Wissenschaft die Kluft nicht überbrücken, die von der Welt der Relationen zum Absoluten führt, darum treiben wir Metaphysik. Es gibt nur eine Grenze unseres Erkennens und diese liegt tief gegründet im Gegensatz von Ich und Du.

Freilich stützen wir die Welt der Relationen auf das Absolute, aber für die Wissenschaft gewinnen wir bei allem Grübeln über die Art der Verbindung nur die Einsicht, daß wir die Welt auffassen dürfen als ein Uhrwerk mit zwei Zifferblättern. Es ist viel Platz für Metaphysik, für alte und neue. Weber's Abschluß haben wir scholastisch genannt, nicht um zu loben oder zu tadeln, sondern um zu klassifizieren. Freilich verdient sie die Achtung, welche man jeder Metaphysik zu zollen hat, deren Bildner es in bester Absicht unternimmt, die Idee zum Ideale zu formen, aber in der Gestalt, wie sie uns geboten wurde, ist sie nicht mehr zeitgemäß .... sie ist Scholastik, und zwar nicht etwa, weil sie christliche Metaphysik[1] sein will, sondern weil sie den psychischen Organismus des Menschen zerschneidet und in diesem wissenschaftlich nicht zu rechtfertigenden Schnitte zu wurzeln versucht.

Von jedem Philosophen darf man fordern, daß er sich eine Metaphysik erarbeite, welche ihn selbst befriedigt.

Es gehört eine künstlerische Begabung eigener Art dazu, um eine Metaphysik zu gestalten, welche diesem und jenem zusagt.

Eine Metaphysik, welche für ganze Epochen der Geschichte die ewigen Fragen nach dem Woher und Wohin verstummen läßt, kann nur entspringen aus einem prophetischen Geiste, in welchem sich seine Zeit in solcher Vollkommenheit spiegelt, daß auch die nächste Zukunft berechenbar wird.

Braunschweig. Dr. Alex. Wernicke.

[1] Wir haben oft genug betont, daß uns Weber's Metaphysik ganz annehmbar erscheint, falls er seinen Schnitt zwischen Physischem und Psychischem zu machen bereit ist. Die Wissenschaft darf keine Metaphysik beanstanden, welche die Rechte der Forschung garantiert.

Kant's Theorie der Erfahrung.

»Man muß Wissenschaften, weil sie doch alle aus dem Gesichtspunkte eines gewissen allgemeinen Interesse aus gedacht werden, nicht nach der Beschreibung, die der Urheber derselben davon gibt, sondern nach der Idee, welche man aus der natürlichen Einheit der Teile, die er zusammengebracht hat, in der Vernunft selbst gegründet findet, erklären und bestimmen. Denn da wird sich finden, daß der Urheber und oft noch seine spätesten Nachfolger um eine Idee herumirren, die sie sich nicht selbst haben deutlich machen können.« »Die historische Erkenntnis ist cognitio ex datis, die rationale aber cognitio ex principiis. Eine Erkenntnis mag ursprünglich gegeben sein, woher sie wolle, so ist sie doch bei dem, der sie besitzt, historisch, wenn er nur in dem Grade und so viel erkennt, als ihm anderwärts gegeben worden, es mag dieses ihm durch unmittelbare Erfahrung oder Erzählung oder auch Belehrung gegeben sein. Daher hat der, welcher ein System der Philosophie z. B. das Wolff'sche (lies Kant'sche R.) eigentlich gelernt hat, ob er gleich alle Grundsätze, Erklärungen und Beweise, zusamt der Einteilung des ganzen Lehrgebäudes im Kopfe hätte und alles an den Fingern abzählen könnte, doch keine andere als vollständige historische Erkenntnis der Wolff'schen (lies Kant'schen R.) Philosophie; er weiß und urteilt nur so viel als ihm gegeben war. Streitet ihm eine Definition, so weiß er nicht, wo er eine andere hernehmen soll. Er bildete sich nach fremder Vernunft, aber das nachbildende Vermögen ist nicht das erzeugende, d. i. das Erkenntnis entsprang bei ihm nicht aus Vernunft, und ob es gleich objektiv allerdings ein Vernunfterkenntnis war, so ist es doch subjektiv bloß historisch. Er hat gut gefaßt und behalten d. i. gelernt und ist ein Gipsabdruck von einem lebenden Menschen[1].« Die Wahrheit dieser Worte Kant's trat dem Referenten mit ganz besonderer Deutlichkeit in das Bewußtsein, nachdem er das Werk von H. Cohen, Professor an der Universität Marburg, »Kant's Theorie der Erfahrung«[2] endlich glücklich durchstudiert hatte. Aus diesem Grunde, also weil sie ihm im höchsten Grade zutreffend erscheinen, erlaubt er sich, dieselben an den Anfang der nun folgenden Besprechung zu setzen.

Das vorstehende Buch ist eine Apologie der Kant'schen Lehre, aber geschrieben von dem engherzigsten, kleinlichsten Standpunkte, den man einem Kant gegenüber nur einnehmen kann. Cohen ist Kantianer der striktesten Observanz, er hat seinen Kant, d. h. die lehrhafte Form der Vernunftkritik, besser gelernt als irgend einer, aber sein Wesen — und darauf kommt es an — hat er nicht begriffen. Was ist denn das wahre, das ewige Wesen Kant's, das, welches heute noch Geltung hat, das, von dem jeder, welcher es mit seiner Wissenschaft ernst meint, wünschen muß, daß es dieselbe durchdringe, beherrsche und so zur weiteren Entwickelung bestimme? Ist es die Dogmatik Kant's, die trans-

[1] Kritik der reinen Vernunft. Herausgeg. von G. Hartenstein S. 592.
[2] Zweite neu bearbeitete Auflage. Berlin, Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung 1885. XIV, 616 S. gr. 8°.

scendentale Ästhetik und Analytik? Nein! das wahre Wesen Kant's ist Kritik, liegt in dem Recht der Selbstprüfung, das er erkämpft, in dem Bruch mit rein auktoritativer Weisheit, den er herbeigeführt. Bekämpft Kant dort, wo er sterblich war, so weit und so gut ihr könnt, aber zeigt, daß ihr kritischen Geistes seid, daß ihr die Fähigkeit habt, das Dunkle zu erhellen, das Falsche aufzuweisen und auszuscheiden, das Wahre, aber nicht genügend Gesicherte zu befestigen und weiter zu entwickeln, und ihr seid die wahren Kantianer — die, welche die Gegenwart braucht. Unsere Zeit verlangt lebendige Wahrheit, ganze, aktuelle Menschen; mit dem Abstauben von Folianten, mit dem Aufstellen von bloßen Gipsabgüssen ist ihr nicht gedient.

Was Cohen bringt, das ist ein Teil — leider nicht einmal der beste — der Vernunftkritik von 1781 und 1787, die unterdessen in verschiedenen Ausgaben und unzähligen Exemplaren verbreitet worden ist, die etwa sechs anderen Philosophien, direkt und indirekt, als Ausgangspunkt gedient hat, über die ganze Bibliotheken geschrieben worden sind und noch geschrieben werden, fast immer nach denselben Schablonen: entweder übermäßig preisend und lobend oder über alle Gebühr herabsetzend; kühle, objektive und dabei doch sichere, selbstbewußte, von klar erkannten Gesichtspunkten ausgehende oder dahin zielende Kritik hat im ganzen nur selten über Kant geurteilt. Die Stellung, welche Cohen einnimmt, ist bereits angedeutet; Cohen findet alles vorzüglich an der Vernunftkritik, auch das, was falsch ist und als solches längst mit größerer oder geringerer Klarheit nachgewiesen worden ist. Unbegreiflich ist nur dem Referenten, daß, wenn Kant für Cohen gleichsam ein philosophischer Dalai Lama ist, er es doch nicht hat unterlassen können, ein Werk über die Vernunftkritik zu verabfassen, das fast ebenso umfangreich ist wie diese, während gleichwohl auf die dunklen Partien darin auch bei Cohen kein Strahl der Erleuchtung fällt. Unter solchen Umständen wäre es dem Referenten am passendsten erschienen, daß Cohen sein öffentliches Eintreten für das Kant'sche Hauptwerk auf eine bloße Empfehlung desselben eingeschränkt hätte, etwa dahin lautend, daß es die Summe aller Weisheit enthalte, daß man nichts Besseres lesen, aber eben deshalb auch nichts Besseres schreiben könne. Die orthodoxe Exegese wäre dann dem Katheder überlassen geblieben und da hätte niemand etwas darein zu reden gehabt. Wie aber der Sachverhalt dermalen ist, so lag denn doch die Gefahr allzu nahe, daß dem einen oder dem andern endlich die Geduld ausgeht und der Versuch gemacht wird, zu zeigen, welche Bewandtnis es eigentlich mit dem Verständnis dieser Kantphilologie[1] hat. Indessen muß zur

[1] Kuno Fischer, der durchaus auf idealistischem Standpunkte steht, urteilt in seiner „Geschichte der neueren Philosophie", III. Bd. 1882 S. 546, über diese Richtung also: „Die Werke eines Philosophen wollen philosophisch, d. h. aus ihren Grundideen und in ihrem Zusammenhange erklärt sein, wozu freilich als die erste und elementarste Bedingung die Feststellung und Ordnung der Texte, wie das richtige Verständnis der Worte und Sätze erforderlich ist; nur sollten in unserem Falle solche Bemühungen nicht als eine besondere Kunst oder Wissenschaft unter dem ungeheuerlichen Namen ‚Kantphilologie' auftreten und thun, als ob es sich um eine Erfindung handle, wodurch erst der Schlüssel zum Verständnisse Kant's gewonnen

Rechtfertigung Cohen's bemerkt werden, daß er sich über den eigentlichen Wert seines Buches nicht täuscht, er nennt es in der Vorrede eine »Kärrnerarbeit« und setzt mit beneidenswerter Genügsamkeit hinzu, daß er derselben »froh« ward. Nun, das letztere mag auch der Fall gewesen sein. Aber jedenfalls hätte er mit den kritischen Einwendungen, welche Schopenhauer, Herbart, Trendelenburg, Fries gemacht hatten, etwas vor- und umsichtiger verfahren sollen, denn das waren doch Selbstdenker, keine Kärrner.

Die Art, in der Cohen die Kritiker Kant's abweist, ist die primitivste, welche sich denken läßt. »Ich gewahrte — sagt er in der Vorrede — je länger, je deutlicher, daß die Widerleger den urkundlich vorhandenen Kant sich nicht zu eigen gemacht hatten: daß ihre Auffassung durch schlichte Anführungen widerlegt werden könne.« Wenn es nun seine volle Richtigkeit mit der Behauptung Kant's hat, nämlich, daß man in der Metaphysik auf mancherlei Weise »herumpfuschen« könne, ohne einen Widerspruch fürchten zu müssen, selbst wenn die vorgebrachten Sätze und Begriffe gänzlich erdichtet sind [1], was ist dann mit dieser schlichten Anführung bewiesen? Höchstens das, daß der Philosoph sich nicht selbst widerspricht, daß die von ihm aufgestellten Begriffe in logischer d. i. formaler Übereinstimmung sich befinden. Das ist aber, wie wir wissen, nicht genügend, um die Übereinstimmung eines Systems mit dieser gegebenen Welt darzuthun. Und darauf allein kommt es schließlich an.

Indessen will ich es bei diesen allgemeinen Andeutungen nicht bewenden lassen. Der Herr Verfasser könnte mir, sich auf Kant berufend, mit vollem Rechte entgegenhalten, daß ich diese Beurteilung en gros klüglich gewählt habe, weil man sein eigenes Wissen oder Nichtwissen dabei nicht verrate; ein einziges Urteil en détail würde, wenn es wie billig die Hauptfrage betroffen hätte, vielleicht seinen Irrtum, vielleicht auch das Maß meiner Einsicht in dieser Art von Untersuchungen aufgedeckt haben [2]. Gehen wir also zu dem Einzelnen über. Nun, hier muß ich zunächst hervorheben, daß Cohen in der Hauptsache das Problem, welches Kant in der Vernunftkritik vorschwebte, verkannt und infolgedessen auch entstellt zur Darstellung gebracht hat. Cohen behauptet, bei Erfahrung dürfe man nicht an die populäre experientia mater studiorum denken, auch nicht allein an die von der theoretischen Naturwissenschaft zu unterscheidende Naturgeschichte, sondern Erfahrung müsse als der Gesamtausdruck gelten für alle jene Fakten und Methoden wissenschaftlicher Erkenntnis, an welche die philosophische Frage zu ergehen habe. In diesem umfassenden Sinne gehe Kant von dem Begriffe der Erfahrung aus; er suche den Begriff derselben als den Begriff

---

und die deutsche Philosophie über den Gang ihres letzten Jahrhunderts orientiert werden solle: dieses Jahrhundert geht von Kant's Philosophie zur ‚Kantphilologie', wie einige der ‚Neukantianer' die Art ihrer Industrie bezeichnen." Das ist wenigstens Kantisch gedacht.

[1] Vergl. sämtliche Werke Kant's, Rosenkranz'sche Ausgabe Bd. III, S. 110, ferner Kosmos 1886. II. Bd. S. 16 u. 17.

[2] Vergl. Kant, sämtliche Werke, Bd. III, S. 156.

der Natur-Erkenntnis zu bestimmen (S. 59). Hier wird nun ein von Kant gemachter Fehler, der, wenn das Wahre und Richtige seiner Erkenntnistheorie (wohlverstanden: Erkenntnis-, nicht Erfahrungstheorie) überhaupt zur Geltung gelangen soll, gehoben werden muß, so vergrößert, daß er gar nicht mehr eingesehen und infolgedessen gar nicht mehr ausgemerzt werden könnte. Dieser Fehler Kant's liegt gerade darin, daß er Erfahrung und Erkenntnis nicht gesondert zu halten vermochte, daß er beide Begriffe häufig verwechselte, ja sogar identifizierte. In richtiger Erkennung dieses Fehlers haben gerade hier Schopenhauer und Herbart eingesetzt, um die Vernunftkritik in Übereinstimmung mit der Art und Weise zu setzen, in welcher die Entwickelung unseres Erkenntnisvermögens thatsächlich erfolgt. Cohen, der sich zum Teil auch die Aufgabe gestellt hat, die völlig berechtigten, hinlänglich begründeten und noch tiefer begründbaren Einwendungen dieser zwei Selbstdenker als durchaus unbegründet darzuthun, hilft sich einfach damit, daß er das zu lösende und darzustellende Problem von vornherein unterdrückt, indem er Erfahrung = Erkenntnis setzt, während doch gerade die Vernunftkritik beweist, daß eben dieses nicht der Fall ist, daß in den Erkenntnissen immer ein Faktor steckt, der jenseits aller Erfahrung liegt, und obwohl er alle Erfahrung in die Einheit des Systems zusammenfaßt, doch nicht durch Erfahrung geprüft werden kann. Wie man diesen Faktor bezeichnet, ob als Kategorie oder als Form oder Axiom oder Schema oder Verstandes- oder Vernunftbegriff — das ist rein Nebensache; nur hat Kant wieder den Fehler gemacht, daß er einunddenselben Begriff unter diesen verschiedenen Bezeichnungen auf das Ausführlichste behandelte und so in seinen nicht selbstdenkenden Schülern die Überzeugung erweckte, als seien dies ganz verschiedene Dinge. Die ganze transscendentale Analytik ist ein äußerst kompliziertes Räderwerk, das deshalb so mangelhaft in den Köpfen der Neukantianer funktioniert, weil der Dienst, den ein einziges Rad versehen könnte, fünf oder sechs verschiedenen Rädern zugewiesen ist. Damit wird aber keine Arbeit geleistet, sondern nur Reibung und Widerstand erzeugt oder, unbildlich gesprochen, der Einblick in die Natur unseres Erkenntnisvermögens wird dadurch aufs äußerste erschwert.

Indes lenken wir wieder zur Hauptfrage zurück, untersuchen wir noch näher die von Cohen verübte Verwechselung. Seite 131 sagt er: »Der zweite Satz der Kritik lautet: ‚Wenn aber gleich alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung anhebt, so entspringt sie darum doch nicht eben alle aus der Erfahrung.'« Was wäre nun die Aufgabe Cohen's gewesen? Den Unterschied der Erfahrung und Erkenntnis zu bestimmen, die Grenze zu suchen! Aber wie kann man denn eine Grenze finden, wenn man sie vorher aufgehoben hat? Statt dessen erhalten wir einen endlosen Wortschwall und eine Wortdeutelei, bei der dem Leser aller Verstand ausgeht, weil sie darauf gerichtet ist, ihn nicht zu Verstande kommen zu lassen. Ich will den Anfang dieser Wortdeutelei hierhersetzen: »Dieses ‚darum' ist zu beachten. Ob in Wahrheit nicht alle unsere Erkenntnis aus der Erfahrung entspringt, stehe noch dahin; aber von erheblicher Bedeutung ist schon die Unterscheidung von ‚anheben' und und ‚entspringen'.« In dieser ebenso langweiligen als verwirrenden Weise

wird fortgemacht und schließlich bewiesen — der Verfasser hat sich das einmal in den Kopf gesetzt — daß Erfahrung = Erkenntnis ist, und der »oberste Grundsatz« als Grundsatz der Erfahrung hingestellt. Endlich erwacht ein Bedenken in dem Verfasser, er ahnt, daß man auf diese Weise zwar sehr viel behaupten, aber gar nichts beweisen kann, und er meint schließlich (S. 138): »Es könnte hier der Schein entstehen, als ob wir uns im Kreise drehten. Wir suchen dasjenige, was die Erfahrung oder die synthetischen Urteile (diese gänzlich verschiedenen Dinge sind ihm jetzt einunddasselbe?! R.) als notwendige möglich macht, und glauben dasselbe in einem obersten Gesetze als Grundsatz ansprechen zu müssen, welcher doch lediglich das Rätsel, nicht einen Wink für die Lösung zu enthalten scheint. Wir fragen: was ermöglicht die Erfahrung? Und die Antwort lautet: der oberste Grundsatz der Erfahrung. Was ermöglicht aber den obersten Grundsatz? Dieses Bedenken wollen wir ernstlich beraten; seine Erledigung bedeutet das Verständnis und die Lösung der transscendentalen Frage. Was ermöglicht den obersten Grundsatz? Nichts außer ihm selbst. Es gibt keine Instanz über dem obersten Grundsatz« u. s. f. Wie dieser oberste, sich selbst setzende, sich selbst Ursache seiende Grundsatz lautet, verrät natürlich Herr Professor Cohen nicht, denn — wir haben keinen Grund seiner Geheimniskrämerei Vorschub zu leisten — er weiß es selbst nicht und kann es nicht wissen, weil die Möglichkeit der Erfahrung nicht auf einem logischen Grundsatz beruht, sondern auf der Fähigkeit unseres Organismus, die anschaulich gegebenen Dinge wahrzunehmen und diese Wahrnehmungen als Vorstellungen aufzubewahren. Die Erfahrung ist nichts anderes als eine Summe von Wahrnehmungen. Wie aber die Wahrnehmungen entstehen, das zu zeigen ist Aufgabe der Physiologie, nicht der Philosophie. Die letztere nimmt die Fähigkeit, Wahrnehmungen zu machen und als Vorstellungen aufzubewahren, die bei geeigneten Anlässen wieder ausgelöst werden, als gegeben an und zeigt nur, wie die Vorstellungen zu Begriffen, den Elementen des Denkens werden, wie die Begriffe in ihrer Anordnung zu Gedankensystemen sich erheben, wie diese Gedankensysteme in der Regel in einen obersten Grundsatz (Begriff, Kategorie, Axiom u. s. w.) auslaufen, der zwar meist hypothetisch ist (obwohl er nach Kant die »Erfahrung« erst möglich macht), aber doch dem ganzen System den Schein der logischen Einheit aufprägt. Man kann dann noch weiter gehen, man kann die also angeordneten Begriffe aus ihrer Ordnung nehmen und willkürlich aufeinander beziehen, dann ergibt sich, daß auf diese Art nach dem Satz der Identität neue Erkenntnisse entstehen, die mit dem rein logischen Charakter der Allgemeinheit und Notwendigkeit behaftet erscheinen. Diese gefolgerten Erkenntnisse sind die berühmten synthetischen Erkenntnisse a priori, die Kant so außerordentlich beschäftigten, deren Wesen er aber leider doch nicht ergründet hat. Hätte Cohen auf diese oder ähnliche Weise gedacht und geforscht, so würde er den richtigen Sinn der Kant'schen Erkenntnistheorie erbracht haben; freilich müßte er dann die Kleinigkeit besitzen, die zum Selbstdenker qualifiziert: in seiner bekannten Eigenschaft aber konnte er ihr nicht gerecht werden.

Nun sind wir aber wieder von der Hauptfrage, die oben aufgeworfen wurde, abgekommen; wir wollen sie jedoch jetzt lösen, indem wir sie also formulieren: wie kommt es, daß Kant, ja der Idealismus überhaupt, in die Erfahrung immer die Erkenntnis hineinbringt, so zwei streng zu unterscheidende Begriffe verkoppelt und sich so die endgültige Lösung des Rätsels unserer Erkenntnis unmöglich macht? Wir behandeln die Frage auf die einfachste Weise von der Welt, indem wir vom Grundprinzip des Idealismus, von seiner obersten Voraussetzung ausgehen: Kant und mit ihm jeder Idealist setzt Verstand oder Vernunft als sich selbst bestimmende Vermögen voraus. Sind nun Verstand oder Vernunft in Wahrheit solche oberste Fähigkeiten, so muß ihnen doch eine charakteristische Funktion beigelegt werden können, die sie von jedem andern Vermögen unterscheidet. Denn ein oberstes Vermögen annehmen, ihm aber doch jede eigene Funktionsfähigkeit, jede Aktualität absprechen, es zur tabula rasa machen, wäre ohne jeden Zweifel ein sich selbst aufhebender Widerspruch. Worin besteht nun die Funktion des Verstandes? Die Funktion des Verstandes ist, Begriffe zu erzeugen. Deshalb sagt Kant in der Vernunftkritik ganz richtig: »Durch den Verstand werden die Anschauungen gedacht und von ihm entspringen Begriffe« (S. 59). Nun fragen wir weiter: wie wird der Begriff zur Anschauung oder Vorstellung? Um diese Frage möglichst zu vereinfachen, weichen wir vorläufig etwas ab von dem Weg, den Kant gegangen, wir lassen unberücksichtigt, daß er in der transscendentalen Ästhetik auch die Anschauungen von einem intellektuellen Vermögen, das er als Sinnlichkeit bezeichnete, entspringen ließ, und suchen nur zu ermitteln, wie etwa der Begriff zur Anschauung, zur einzelnen Vorstellung werden könnte, wie er sich etwa realisieren ließe. Hier bemerken wir nun bei einiger Überlegung, daß uns für eine solche Ableitung, für eine Herauswickelung der einzelnen Vorstellungen aus der Einheit des Begriffes der Weg abgeschnitten ist. Denn der Begriff ist nichts weiter als die beliebige Verknüpfung ungleichartiger Vorstellungen nach ihren gleichartigen Merkmalen (s. Kosmos 1886 Bd. I S. 355). Im Begriffe wird demnach die einzelne Vorstellung in Wahrheit negiert, denn sie kommt darin nur insoweit zur Geltung als sie identisch ist mit einer beliebigen anderen Vorstellung, mit welcher sie die Merkmale des Begriffes gemeinsam hat. Es ist also gar kein Wunder, daß, wenn man die Begriffe als spontane Gebilde des Verstandes voraussetzt, man darin die Vorstellung nicht antrifft. Der Begriff kann zwar auf jede darunter befaßte Vorstellung bezogen, kann durch dieselbe verdeutlicht, veranschaulicht werden, aber er ist niemals gleich dieser Vorstellung oder einer beliebigen andern, weil nur das Gleichartige von beiden darin verknüpft, das Ungleichartige, den individuellen Charakter bedingende aber weggelassen wurde. Dieselbe Schwierigkeit entsteht, wenn das Verhältnis zwischen Vorstellung und den sinnlich wahrnehmbaren Einzeldingen dargelegt werden soll. Denn jede deutliche Vorstellung erfordert, daß die darin zusammengefaßten Dinge wiederholt wahrgenommen wurden, setzt also zahlreiche, unmittelbare oder mittelbare, Sensationen voraus; also ist auch die Vorstellung aus einer Summe von sinnlich konkreten Dingen entstanden zu betrachten.

Was ist nun die notwendige Folge dieses Sachverhaltes? Daß nach der idealistischen Auffassung Begriff, Vorstellung und anschaulich gegebene Dinge überhaupt nicht getrennt, daß sie nicht als Successionen anerkannt werden können, sondern als etwas Gleichartiges behandelt werden. Es fehlt die korrekte Gliederung und sie muß fehlen, weil der Idealist schon in das Sein das Denken, in die Vorstellung schon den Begriff hineinbringt.

Und gerade Kant hat diese Verwirrung mit einer staunenswerten Überlegenheit und Gründlichkeit vertieft. Er ließ nämlich die Dinge selbst beziehentlich die Vorstellungen davon aus dem Intellekte des Menschen vermittelst des einen Stammes derselben, den er als Sinnlichkeit bezeichnete, entspringen. Er behauptet: »Es gibt zwei Stämme der menschlichen Erkenntnis, die vielleicht aus einer gemeinschaftlichen, aber uns unbekannten Wurzel entspringen, nämlich Sinnlichkeit und Verstand, durch deren ersteren werden uns Gegenstände gegeben, durch den zweiten aber gedacht.« Von der Erfahrung heißt es: »Alle Erfahrung enthält außer der Anschauung der Sinne, wodurch Etwas gegeben wird, noch einen Begriff von einem Gegenstande, der in der Anschauung gegeben wird oder erscheint; demnach werden Begriffe von Gegenständen überhaupt, als Bedingungen a priori, aller Erfahrungserkenntnis zum Grunde liegen; folglich wird die objektive Gültigkeit der Kategorien, als Begriffe a priori, darauf beruhen, daß durch sie allein Erfahrung möglich sei [1].« So wird mit der Anschauung der Begriff gesetzt; der Begriff a priori d. i. die Kategorie ermöglicht das Denken der Anschauung oder die Erfahrung und rationalisiert dieselbe; anderseits verbürgt wieder die Möglichkeit der Erfahrung die objektive Gültigkeit der Kategorie. So wird das erste durch das zweite, das zweite durch das erste bewiesen: der Idealismus ist eine endlose petitio principii, ein kolossales Hysteron proteron.

Hat man aber den verhängnisvollen Zirkel durchschaut und zersprengt, indem man eine richtige Gliederung der Begriffe einsetzte, so bleibt doch noch ein großes Verdienst des Kant'schen Idealismus übrig, nämlich, daß das Denken ein rein schematischer Prozeß ist, worin die Dinge begrifflich bestimmt und so geordnet und verglichen werden; ferner, daß die Elemente des Denkens, die Begriffe, nicht selbst Dinge sind, sondern auf eine Summe von Dingen und Äußerungen derselben zurückweisen. Zieht man die richtigen Folgerungen aus diesen Ergebnissen, so erhält man Grundsätze, welche auf die stete Entwickelung der Naturwissenschaften von dem bedeutsamsten Einflusse sein müssen. Denn gerade in diesen wird recht häufig der große Fehler gemacht, gewisse Oberbegriffe wie Atom, Molekül, Materie, Kraft, Trägheit, Schwere, Gesetz als Realitäten anzusehen. Diese Auffassung ist nicht nur grundfalsch, sondern sie wirkt auch geradezu schädlich, weil hemmend, auf die Entwickelung der Naturerkenntnis; denn diese ist durchaus geknüpft an die Entwickelung unserer Begriffe, es bestehe dieselbe in der Aufstellung neuer oder in der Erweiterung oder Verengerung bestehender. Hat man

[1] Kritik der reinen Vernunft S. 119.

sich aber entschlossen, gewisse Begriffe als Realitäten anzusehen oder auch nur sie als die allein möglichen Verknüpfungen zu betrachten, so wird ohne Zweifel der Trieb und die Fähigkeit, neue Verknüpfungen, die tiefere Aufschlüsse gewähren, aufzusuchen, entweder unterbunden oder sie gerät auf Irrwege. Denn gesetzt, man habe sich gewöhnt, z. B. das Atom oder das Molekül für etwas wirklich Existierendes zu halten, gleichwohl aber habe man das dunkle Gefühl, daß nicht alle daraus zu ziehenden Folgerungen mit dem wirklichen Verlauf der chemischen Thatsachen sich vereinbaren lassen, — was wird dann die Folge sein? Nun, daß eine Reihe von Sekundärphantasmen oder Hohlbegriffen werden aufgestellt werden, die zwar auf dem Wege der Erfahrung nicht geprüft werden können, sondern vielmehr bestimmt sind, die Diskrepanz zwischen Theorie und Erfahrung zu vertuschen. Die sogenannte Strukturchemie ist ein sprechendes Beispiel von der heillosen Wirkung einer solchen dogmatischen Behandlung der Wissenschaft. Einen analogen Fall bietet heute die Biologie dar. Die Darwinianer strikter Observanz haben sich gewöhnt, die in der Formel »Kampf ums Dasein« zusammenzufassenden Vorstellungen für die einzigen zu halten, welche die Entstehung der Arten zu erklären vermögen. In seiner geistvollen Abhandlung »die Faktoren der organischen Entwickelung« hat jüngst Herbert Spencer (Kosmos 1886 Bd. I S. 242—272, 321—347) gezeigt, daß diese Formel nicht ausreicht, daß wir gezwungen sind, noch weitere Begriffe aufzustellen, um gewisse Thatsachen genügend zu erklären. Auch hier stößt also der kritische, selbständig denkende Forscher auf die Dogmatiker und der Kampf wird nicht ausbleiben. Solche Kämpfe sind aber schon deshalb zu beklagen, weil sie Kraft in Anspruch nehmen, die besser zur geräuschlosen Fortentwickelung der Wissenschaft verwendet werden würde.

In diesen und verwandten Punkten kann heute noch die Vernunftkritik als Leitstern dienen und namentlich ist die transscendentale Dialektik (richtiger wäre gewesen Antidialektik) und Methodenlehre reich an den zutreffendsten Bemerkungen und Erwägungen. So heißt es z. B. in jener bezüglich der exakten Forschung: »Der Empirismus bietet dem spekulativen Interesse der Vernunft Vorteile an, die sehr anlockend sind und diejenigen weit übertreffen, die der dogmatische Lehrer versprechen darf. Nach jenem ist der Verstand jederzeit auf seinem eigentümlichen Boden, nämlich dem Felde lauter möglichen Erfahrungen, deren Gesetzen er nachspüren und vermittelst derselben er seine sichere und faßliche Erkenntnis ohne Ende erweitern kann. Hier kann und soll er den Gegenstand, sowohl an sich selbst als in seinen Verhältnissen, der Anschauung darstellen oder doch in Begriffen, deren Bild in gegebenen ähnlichen Anschauungen klar und deutlich vorgelegt werden kann. Nicht allein, daß er nicht nötig hat, diese Kette der Naturordnung zu verlassen, um sich an Ideen zu hängen, deren Gegenstände er nicht kennt, weil sie als Gedankendinge niemals gegeben werden können, sondern es ist ihm nicht einmal erlaubt, sein Geschäft zu verlassen und unter dem Vorwande, es sei nunmehr zu Ende gebracht, in das Gebiet der idealisierenden Vernunft und zu transscendenten Begriffen überzugehen, wo er nicht weiter nötig hat, zu beobachten und den Naturgesetzen gemäß zu for-

schen, sondern nur zu denken und zu dichten, sicher, daß er nicht durch Thatsachen der Natur widerlegt werden könne, weil er an ihr Zeugnis eben nicht gebunden ist .... Der Empirist wird es daher niemals erlauben, irgend eine Epoche der Natur für die schlechthin erste anzunehmen, oder irgend eine Grenze seiner Aussicht in den Umfang derselben als die äußerste anzunehmen« u. s. f.[1]

Diese und ähnliche Ideen sind es, welche Kant noch für unsere Zeit hohe Bedeutung verleihen. Kritisch-genetisch behandelt würde so der reine Quell, welcher in der Vernunftkritik sprudelt, zum Gesundbrunnen, an dem der ermüdete Arbeiter der Naturwissenschaften sich Erfrischung, der durch Dialektik trunkene Philosoph sich Nüchternheit holte. Bei Cohen findet man davon fast nichts; denn sein Gegenstand ist Kant, der philosophische Dogmatiker, nicht der Kritiker und geistvolle Empiriker. Als das beste und lesenswerteste Kapitel ist Referenten das letzte erschienen. Dort macht Cohen anerkennenswerte Versuche, sich von dem beengenden Panzer Kant'scher Dogmatik zu befreien und die Ergebnisse der Kritik selbständigen Geistes zu würdigen. Indes bleibt es auch hier beim Versuche, kommt nicht zur That. Lotze hatte ebenso witzig als zutreffend die erkenntnistheoretischen Untersuchungen mit dem Wetzen des Messers verglichen, was langweilig sei, wenn man nichts zu schneiden vorhabe. Hingegen bemerkt Cohen (S. 582): »Verhält es sich denn aber in Wahrheit so, daß ‚man nichts zu schneiden vorhat', wenn man erkenntniskritisch das Messer wetzt? Was wir zu schneiden vorhaben, das sind die Wissenschaften in dem Bestande ihrer Grundbegriffe und Voraussetzungen. Indem wir diese entdecken und ordnen, beglaubigen wir den transscendentalen Geltungswert apriorischer Bedingungen und betreiben kritische Philosophie nach transscendentaler Methode.« Das ist ganz vortrefflich gesagt. Aber wo sind denn die Thaten, welche dem Gesagten entsprechen? Wo sind die Philosophen, welche Lust und Fähigkeit haben, die Systeme der exakten Wissenschaften in ihre Grundbegriffe zu zerfällen, das Berechtigte von dem Unberechtigten und Willkürlichen auszuscheiden, um auf diese Weise einen Einfluß auf ihre Entwickelung zu gewinnen? Wenn man einige Versuche auf dem Gebiete der Mathematik, die sich aber schon wegen ihres einseitigen Charakters am allerwenigsten zu solchen Untersuchungen eignet, abgesehen von anderen Gründen, abrechnet, so ist das, was bis jetzt in dieser Richtung vorliegt, sehr wenig und dieses Wenige nur selten befriedigend.

München. Albrecht Rau.

[1] Kritik der reinen Vernunft S. 358.

Zoologie.

Vermehrung durch Querteilung bei Medusen[1].

Lang beschreibt in der unten genannten Arbeit den Bau und die Fortpflanzungserscheinungen einer höchst eigentümlich sich verhaltenden Meduse, welche im Gegensatz zu anderen Quallen mehrere Mundstiele besitzt und sich, ebenfalls abweichend von diesen, durch Querteilung fortpflanzt. Die betreffende Meduse ist von ihm im pelagischen Auftrieb des Golfs von Neapel entdeckt und als *Gastroblasta Raffaelei* bezeichnet worden. Die Meduse erreicht nur eine geringe Größe (bis zu 4 mm Scheibendurchmesser). Sie erscheint farblos und glashell. Ihre Tentakel und Radialkanäle sind scheinbar unregelmäßig angeordnet. Lang beobachtete, daß jede einzelne Meduse mehr als einen Magenschlauch besitzt. Das größte Exemplar, welches er auffand, wies deren 9 auf. Diese Magenschläuche entsprechen dem sog. Mundstiel anderer Medusen und werden wie diese zur Aufnahme der Nahrung verwendet. Ihre Lage haben sie ebenfalls an der konkaven Seite des Schirms, von dem sie nach unten herabhängen. Sie sind ungestielt, schlauchförmig und sehr erweiterungsfähig. Jeder Mundstiel ist in eine große viereckige oder vierzipfelige Mundscheibe ausgezogen, welche sehr kontraktil ist, sich fest anheften, verengern und erweitern kann. Die Wandung der Magenschläuche ist sehr dick, was ihnen bei der Aufnahme der Nahrung sehr zu statten kommt. Lang sah, wie größere Pfeilwürmer durch die langen Fangfäden der Meduse erfaßt und festgehalten wurden. Dann legten sich die Mundscheiben der verschiedenen Magenschläuche an das Opfer fest an und durch einen derselben wurde schließlich der unverhältnismäßig große Bissen in das Innere des Tieres aufgenommen. Das Tierchen lebt also räuberisch und ist außerordentlich gefräßig.

Das Auftreten von mehr als einem Magenschlauch bei ein und derselben Meduse scheint anzudeuten, daß in dem betreffenden Tier schon mehr als nur ein Individuum verkörpert ist. Es weist darauf hin, daß an dem alten Tier ein oder mehrere neue hervorsprossen werden, und die Anzahl der vorhandenen Magenschläuche deutet die Zahl der neu entstehenden Medusen an, indem eben jeder Meduse nur ein Magen zukommt, wie das Verhalten der übrigen Medusen zeigt. Lang hat nun wirklich beobachtet, daß sich *Gastroblasta* auf ungeschlechtlichem Wege, nämlich durch eine Art von Sprossung oder Teilung fortpflanzt. Allerdings geht diese Teilung nicht in der Weise vor sich, daß ein Individuum, an welchem sich ein zweiter Magen gebildet hat, nunmehr in zwei neue Individuen zerfällt, sondern die ungeschlechtliche Vermehrung tritt bei solchen Individuen auf, die schon mehr als zwei Magenanlagen besitzen. Lang erklärt dies so, daß anfangs sozusagen die Absicht der Meduse, sich zu teilen, die Veranlassung zum Auftreten eines zweiten Magens gibt. Die Teilungserscheinungen halten nun zuerst gleichen Schritt mit der Bildung neuer

[1] Arnold Lang: *Gastroblasta Rafaelei.* Eine durch eine Art unvollständiger Teilung entstehende Medusen-Kolonie. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften XIX. Bd. N. F. XII. pag. 735, mit 2 Tafeln.

Mägen, später gehen sie aber bedeutend langsamer vor sich. Es werden also mehr als zwei Mägen gebildet, bevor die Teilung wirklich eintritt. Bei den von Lang beobachteten Stadien sind bereits 4 Mägen angelegt, bevor die Teilung erfolgt, die eigentlich schon eintreten sollte, nachdem zwei Mägen gebildet sind. Schließlich hört die Fortpflanzung durch Teilung an der Scheibe der Meduse ganz auf, während die ursprünglich durch sie bedingten Sprossungserscheinungen am Gastrovaskularsystem (Radialkanäle, Magenschläuche) und an den Tentakeln sich noch fortsetzen. So kann schließlich eine Meduse zustandekommen, welche eine sehr große Zahl von Tentakeln aufweist und, wie schon oben erwähnt wurde, nicht weniger als neun Magenschläuche besitzt.

Das Stadium, auf welchem in den meisten Fällen die ungeschlechtliche Vermehrung vor sich ging, besitzt 8 Tentakel und 10 Tentakelknospen. Die Scheibe ist wenig gewölbt, ihr Umriß ist nicht ganz kreisförmig, sondern ein wenig elliptisch verlängert. Im mittleren Bezirk der Scheibe ragen 3 Magenschläuche in die untere Höhle derselben hinein. Ein vierter Magen ist erst im Entstehen begriffen. Er stellt eine Verdickung an einem der vier Radialkanäle der Meduse dar. Die Magenschläuche entstehen immer von den Radialkanälen aus, als Ausbuchtungen, welche in die untere Schirmhöhle hineinragen. Erst wenn sie zu einem ansehnlichen Schlauche ausgewachsen sind, bricht die Mundöffnung an ihrem freien Ende durch. — Unter sich sind die Magenschläuche durch Kanäle verbunden und von jedem Magen verläuft ein Radialkanal nach dem Rand, um hier an der Basis eines großen Tentakels in den wohlentwickelten Ringkanal einzumünden.

Von der Teilung, welche Lang bis ins einzelne verfolgt hat, will ich hier nur die Hauptpunkte hervorheben. Wenn sich die Meduse zur Teilung anschickt, verdoppeln sich die beiden ältesten Randbläschen, sodann wird das die beiden ältesten Mägen verbindende Gefäß resorbiert, endlich tritt da, wo das doppelte Randbläschen liegt, am Scheibenrande eine Einbuchtung auf, welche immer tiefer einschneidet und schließlich mit einer ähnlichen, vom entgegengesetzten Scheibenrande ausgehenden Furche zusammenstößt. Damit hat sich die Meduse in zwei Hälften geteilt. Die letzteren sind einander spiegelbildlich ziemlich gleich. Sie besitzen jede an Zahl die Hälfte der Organe des Muttertiers. Die andere Hälfte wird später durch Knospung an den entsprechenden Stellen ersetzt. Die hohlen Tentakel legen sich als Ausbuchtungen des Ringkanals an, über welchen sich das Ektoderm verdickt. Diese Tentakelanlage zieht sich dann zu einem langen Faden aus. Als Ausstülpungen des Ringkanals entstehen auch die Radialkanäle. Sie wachsen gegen die Mitte der Scheibe hin und verbinden sich schließlich miteinander. An ihnen entstehen auf die geschilderte Weise die Magenschläuche. — So ergänzt sich das durch Teilung entstandene Individuum wieder zu einer dem Muttertier vollständig ähnlichen Meduse. Hat es dieses Stadium erreicht, so kann es sich abermals auf die oben geschilderte Weise durch Zweiteilung vermehren oder es wächst und entwickelt sich unter Auftreten neuer gesetzmäßiger Knospungserscheinungen weiter. In letzterem Falle entstehen die Medusen mit mehr als vier Magenschläuchen.

Gastroblasta besitzt außer der beschriebenen ungeschlechtlichen auch eine geschlechtliche Vermehrung, und zwar entstehen die Fortpflanzungsorgane, männliche wie weibliche, als Verdickungen an den Wänden der Radialkanäle. Die Zeit, in welcher die Geschlechtsorgane auftreten, ist eine verschiedene. — Auch bei denjenigen Medusen, welche Geschlechtsorgane besitzen, kann die ungeschlechtliche Vermehrung eintreten. Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung schließen sich also bei *Gastroblasta* nicht aus.

Die seltene Erscheinung, daß sich eine Meduse durch Teilung fortpflanzt, ist nicht durch Lang zum erstenmale beobachtet worden. v. Kölliker fand in Messina eine Meduse [1], *Stomobrachium mirabile*, welche sich durch Teilung vermehrt. Es spaltet sich zuerst der Magen, so daß in diesem Stadium ebenfalls ein Individuum mit zwei Mägen vorhanden ist. Eine anfangs seichte Furche beginnt dann in die Oberfläche der Scheibe einzuschneiden. Sie wird tiefer und tiefer und trennt schließlich das Tier in zwei Hälften. Der Vorgang hat große Ähnlichkeit mit der von Lang aufgefundenen Erscheinung. Noch wichtiger für dessen Beobachtung ist aber eine andere von Davidoff gemachte Entdeckung. Dieser beobachtete in Villa franca die Teilung einer jungen Meduse, welche er zu dem Genus *Phialidium* stellte [2]. Der neue Magen entsteht hier als Knospe an der Basis des alten. Beide Mägen weichen auseinander, bleiben aber durch einen Kanal verbunden. Dieser Verbindungskanal schließt sich später und es erfolgt die Teilung der Meduse senkrecht auf die Richtung, in welcher der Kanal verlief. Übrigens kann sich der Magen nach Davidoff's Beobachtung auch im Verlaufe eines Radialkanals bilden. Somit hat die Teilung dieser Meduse große Ähnlichkeit mit den entsprechenden Vorgängen bei *Gastroblasta*. Lang hält es sogar nicht für unmöglich, daß die von Davidoff beobachteten jungen Medusen nicht zu *Phialidium variabile* gehören, sondern vielleicht die ersten radiären Jugendformen der von ihm beschriebenen *Gastroblasta* sind. Wenn er sich die Teilung in der von Davidoff geschilderten Weise fortgesetzt denkt, kommt er auf ähnliche unregelmäßig gestaltete Stadien, wie er sie selbst bei *Gastroblasta* auffand.

Eine Meduse, die von ihm als *Gastroblasta timida* bezeichnet wird, hat Keller im Roten Meere gefunden [3]. Auch diese Meduse besitzt im ausgewachsenen Zustand stets mehr als einen Magen, doch überschreitet deren Anzahl nie die Zahl 4. Die Magenschläuche entstehen wie bei *Gastroblasta Raffaelei* als sinusartige Erweiterungen der Radialkanäle. Teilungserscheinungen sind von Keller an dieser Meduse nicht beobachtet worden und dadurch allein erklären sich die Unterschiede zwischen ihr und der von Lang entdeckten *Gastroblasta*. Andere grundlegende Unterschiede dürften zwischen beiden Tieren kaum vorhanden sein, weshalb Lang seine Form dem von Keller aufgestellten Genus *Gastroblasta* zuteilt. — Bei

[1] Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. IV.

[2] Zool. Anzeiger Bd. IV. 1881.

[3] Keller: Untersuchungen über neue Medusen aus dem Roten Meere. Mit 2 Tafeln. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie Bd. 38. 1883. — (Über diese ist bereits im Kosmos 1883, XIII, S. 701 berichtet worden. Anm. d. Red.)

Gastroblasta Raffaelei (Lang) geht nur in den jüngsten Larvenstadien die Magenvermehrung noch Hand in Hand mit Teilungen, später unterbleiben die Teilungen; die Magenvermehrung und die Sprossungserscheinungen dauern aber noch fort. Bei *Gastroblasta timida* (Keller) tritt auch in der Jugend keine ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung mehr ein.

Über die Abstammung der *Gastroblasta* läßt sich etwas Bestimmtes noch nicht sagen. Die Frage, ob sie durch Knospung an einer Kolonie von Hydroidpolypen entsteht oder sich direkt wieder aus dem befruchteten Ei einer Meduse entwickelt, konnte durch Lang's Untersuchungen eine Beantwortung noch nicht erfahren. Doch glaubt sie Lang ihrem Bau nach der Medusenfamilie der Äquoriden zurechnen zu dürfen. Diese durchlaufen nun in ihrer Entwickelung ein Stadium mit 4 Radialkanälen. Ein solches Jugendstadium scheint aber auch *Gastroblasta* zu besitzen. Darauf deutet nach Lang einmal der vierstrahlige Bau der Magenschläuche und sodann die Thatsache hin, daß sich die Meduse in dem Stadium zu teilen beginnt, in welchem vier Radialkanäle gebildet sind. Sehr möglich erscheint es demnach, daß *Gastroblasta* von einer so gebauten Meduse abstammt.

Höchst interessant ist das Verhalten dieser knospenden Meduse insofern, als es geeignet scheint, Licht auf die Entstehungsweise der Siphonophoren oder Röhrenquallen zu werfen. Diese setzen sich bekanntlich aus einer Anzahl verschieden gebauter und verschieden funktionierender Individuen zusammen, die durch Knospung aus einem gemeinsamen Stamm entstanden sind. Die ganze Kolonie schwimmt frei umher. Eine gewisse Gruppe der Röhrenquallen (*Velella* und *Porpita*) zeigt einen scheibenförmigen Stamm, an dessen Unterseite die polypoiden und medusoiden Anhänge befestigt sind. An diese Kolonien erinnert nun die Organisation der *Gastroblasta*; sie stellt ja auch eine Kolonie von Individuen dar, die durch fortgesetzte Sprossung entstanden sind. Die Zahl der Individuen wird durch die Anzahl der Magenschläuche bestimmt. Indem sich diese Sprossung noch weiter fortsetzte und eine weitergehende Differenzierung eintrat, könnte aus der einfachen Meduse der komplizierte Tierstock der Röhrenqualle hervorgegangen sein. — (Hiernach wäre der bisher meist angenommene Stammbaum der Siphonophoren, der die mit langem, röhrenförmigem Stamm versehenen Pneumatophoren zum Ausgang nimmt, geradezu umzukehren — eine Folgerung, welcher auch Claus, namentlich aber Balfour bereits sehr nahe gekommen sind; vergl. Kosmos XIII (1883) S. 692: Zur Phylogenie der Siphonophoren. D. Red.)

Freiburg i. Br. Dr. E. Korschelt.

Ein schmarotzender Süsswasser-Cölenterat.

Durch die Untersuchungen von Ussow [1] werden wir mit einer höchst interessanten Erscheinung bekannt gemacht, nämlich mit dem Parasitismus eines Cölenteraten, ein Vorkommnis höchst eigenartiger

[1] M. Ussow: Eine neue Form von Süßwasser-Cölenteraten. Mit 2 Tafeln. Morpholog. Jahrbuch. XII. Bd. 1886. pag. 137.

Natur. Die von Ussow beschriebene Form ist allem Anschein nach ein Hydroid-Polyp und lebt in den Eiern des Sterlets (*Acipenser ruthenus*). In diesen ist er schon früher von den Akademikern Ph. Owsjannikow und O. Grimm beobachtet, jedoch nicht genauer erforscht worden. Ussow hat seine Lebensweise und Entwickelung verfolgt und erkannt, daß er den Hydromedusen sehr nahe steht, aber keiner der bekannten Formen wirklich gleicht; er belegt ihn deshalb mit einem neuen Namen: *Polypodium hydriforme.*

Da der Parasit in den Eierstockseiern des Fisches lebt, verursacht er eine Krankheit desselben, die für dessen Verwendung im Handel sehr empfindlichen Schaden mit sich bringt. Unter 100 Fischen sind 20 mit dem Parasiten behaftet, und da der Rogen infizierter Tiere nicht zu verwenden ist, so muß die Kaviarproduktion darunter erheblich leiden. Am meisten ist die Krankheit an der unteren Wolga verbreitet und gerade dort wird ja auch die bei weitem größte Menge an Kaviar produziert. Schon deshalb war es sehr wichtig, die Lebensbedingungen des Parasiten kennen zu lernen, um seiner Weiterverbreitung eventuell entgegentreten zu können.

Das jüngste von Ussow beobachtete Stadium im Entwickelungsgange des *Polypodium hydriforme* ist ein cylindrischer, beiderseits geschlossener Schlauch von 15—17 mm Länge und $1^1/_2$—2 mm Dicke. Dieser Organismus bietet einfach ein wurmförmiges Aussehen dar. In den Eiern erscheint er als ein spiralig gewundenes Band mit welligen Rändern, welches auf der ganzen Oberfläche des Eies milchweiß durch dessen Hüllen hindurchschimmert. An dem wurmförmigen Körper (dem sog. Stolo) treten rundliche Anschwellungen hervor, die sich allmählich von diesem mehr absetzen, indem sich ihre Basis am Körper des Trägers einschnürt. Damit nehmen sie eine birnförmige Gestalt an. Die Höhlung des Gesamtträgers setzt sich fort in diejenige der Knospen, als welche sich die Anschwellungen jetzt erweisen, und auch die Wände der Knospen erscheinen als Fortsetzung der Körperwand des Trägers, indem sie aus denselben drei Lagen wie jene, nämlich aus einer äußeren, mittleren und inneren Schicht (Ekto-, Meso- und Entoderm) bestehen.

Die erwähnten Knospen bezeichnet der Verfasser als primäre Knospen; sie teilen sich durch eine an ihrer Oberfläche auftretende Furche in zwei sekundäre Knospen, welche später die frei lebenden Formen zu liefern haben. Solcher sekundärer Knospen sind am Hauptträger 32 vorhanden.

Sehr sonderbar ist nach Ussow der Ernährungsprozeß dieses knospenden Hydroid-Organismus. Es sollen nämlich die Dotterpartikel des Eies von den Ektodermzellen der Knospen aufgenommen und durch die Entodermzellen hindurch in das Innere der Knospe befördert werden, wo sie einstweilen als Reserve-Nahrungsmittel liegen bleiben. Ein Mund ist in diesem Stadium noch nicht vorhanden.

An den Knospen entstehen nunmehr Tentakel, und zwar ist deren Bildungsweise ebenfalls sehr bemerkenswert. Sie wachsen »von außen nach innen in den Knospenhohlraum hinein in Gestalt eingestülpter Handschuhfinger«. Der Verfasser spricht sich über diesen Vorgang nicht weiter aus, ob-

gleich derselbe, wie gesagt, recht beachtenswert ist, da sich die Tentakel der Cölenteraten nicht als Einstülpungen, sondern vielmehr als Ausstülpungen des Körpers zu bilden pflegen. Möglicherweise wurde dieser Vorgang hervorgerufen durch die allmähliche Anpassung an das Leben im Innern des Sterleteis. Infolge des Raummangels waren die Tentakel in ihrer freien Ausbildung gehindert und nahmen schließlich diese abweichende Entstehungsweise an.

Es bilden sich nacheinander 24 Tentakel, von denen die 8 nach oben zu stehenden von den übrigen verschieden sind. Sie sind kürzer als diese und ihre freien Enden sind kolbenförmig gestaltet. Der Verfasser bezeichnet sie als Senktaster, und da sie Nesselelemente aufweisen, glaubt er, daß sie als Angriffs- und Verteidigungswerkzeuge dienen, während die 16 anderen Tentakel zum Schwimmen und Greifen verwendet werden. Der ganze Organismus hat jetzt Ähnlichkeit mit einer Meduse, wie Ussow's Abbildungen erkennen lassen.

Bei Beginn der Laichzeit in der ersten Hälfte des Mai findet die Ausstülpung der Tentakel statt und diese Zeit bezeichnet zugleich einen Wendepunkt im Leben der Tieres. Der Stolo mit seinen wohlentwickelten Knospen fängt an, sich zu bewegen, die Eihäute reißen und der Parasit wird frei, zuweilen schon im Innern des Fisches, zuweilen erst nach Ablage der Eier. Während zu Anfang seiner Entwickelung dem Parasiten ein selbst kurzes Verweilen im Flußwasser verderblich war, kann er sich jetzt ohne Wasser nicht weiter entwickeln. Nach Verlauf eines 24stündigen Aufenthalts im Wasser zerfällt der ganze Stolo entsprechend den Knospen in 32 Stücke. Dabei wird der Stiel der Knospe und ein Teil des Stolo selbst zu einem beweglichen Rüssel umgestaltet, an dessen Ende später die Mundöffnung durchbricht. Auch über diesen Punkt spricht sich der Verfasser nicht weiter aus, obgleich man nach Analogie mit den Hydroiden und auch der anderen Cölenteraten vielmehr erwarten sollte, daß das entgegengesetzte Ende der Knospe den Rüssel lieferte.

Die so entstandene freie Form des *Polypodium* bezeichnet Ussow als Mutterform, da sie auf dem Wege der ungeschlechtlichen Vermehrung neue Generationen liefert. Durch Halbierung gehen nämlich aus der mit 24 Tentakeln versehenen Mutterform zwei Töchter mit je 12 Tentakeln hervor. Die beiden letzteren können sich wieder teilen und zwei mit 6 Tentakeln versehenen Enkelformen den Ursprung geben. Tochter- und Enkelgeneration stellen die Mutter-, resp. Großmutterform bald wieder her, indem sie schnell (in 2—3 Tagen) heranwachsen und die fehlende Anzahl der Tentakel neu bilden. Die so entstehenden Formen vermögen sich dann ihrerseits wieder zu teilen.

Eine geschlechtlich sich vermehrende Form hat der Verfasser nicht aufgefunden, doch glaubt er, daß in der mit 6 Tentakeln versehenen Enkelform das zukünftige Geschlechtstier zu suchen sei. Er schließt dies hauptsächlich daraus, daß er diese Form am längsten (18—20 Tage) konstant erhalten konnte, während sich die anderen schon in 2—3 Tagen immer wieder zu der Mutterform ergänzten. Aus dieser Form des *Polypodium* soll nun die medusoide Geschlechtsform auf die Weise entstehen, daß der untere Teil des Körpers zu einer den Mundstiel (Rüssel) um-

gebenden Glocke auswächst, an welcher sich die 6 Tentakel der sog. Enkelform als 4 Randfäden und 2 laterale Tentakel verteilen. Aus den Geschlechtsprodukten dieses Tieres würde dann, so denkt sich der Verfasser den Entwickelungsgang, eine Planula hervorgehen, welche in die Eier des Sterlets eindringt, um dort in einen Schlauch auszuwachsen und die oben geschilderte Entwickelung des *Polypodium* weiterhin zu durchlaufen.

Der Entwickelungsgang des *Polypodium* ist so interessant und seine parasitische Lebensweise für ein Cölenterat so merkwürdiger Natur, daß es sehr wünschenswert wäre, über dieses Tier bald noch Näheres zu erfahren und zumal seine geschlechtliche Generation kennen zu lernen.

Freiburg i. Br. Dr. E. Korschelt.

Litteratur und Kritik.

Der Naturfreund. Anleitung zur naturwissenschaftlichen Beschäftigung im Hause und im Garten für Freunde der Naturwissenschaft, besonders auch für die reifere Jugend herausgegeben von Dr. Otto Dammer. Berlin und Stuttgart, W. Spemann. (1886.) XII, 394 S. 8^0.

Der vorliegende ansehnliche und, wie gleich zu anfang anerkennend hervorgehoben sein mag, in Papier, Druck und Holzschnitten ganz vorzüglich ausgestattete Band soll der erste einer alljährlich erscheinenden Reihe sein, welche darauf abzielt, »den zahlreichen Freunden der Naturwissenschaft zuverlässige Anleitung zu eigenen Beobachtungen und Experimenten zu geben«, wobei namentlich auch »die reifere Jugend«, d. h. also wohl die Schüler unserer oberen Gymnasial- und Realschulklassen, Studierende, jüngere Lehrer, Landwirte, Forstbeamte u. s. w., ins Auge gefaßt worden sind. In der That ein höchst dankenswertes und in richtigem Sinne angefaßtes Unternehmen! Wie viele Ansätze zu wissenschaftlicher Arbeit bleiben unfruchtbar und sterben gar bald ab, weil es dem Betreffenden nicht vergönnt war, die für sein Lieblingsfach vorhandenen Schulen durchzumachen, an der Hand eines Lehrers allmählich die Schwierigkeiten der Technik zu bemeistern und vor allem zu erfahren, worauf es bei solchen Forschungen ankommt und welche Fragen zunächst mit Aussicht auf Erfolg in Angriff genommen werden könnten. Auf allen Gebieten fängt man auch bei uns in Deutschland endlich an, die eifrige Mitwirkung so vieler nicht berufsmäßiger Forscher zu schätzen, auszunutzen und zu organisieren; aber dafür, daß auch die schlummernden Kräfte geweckt, die unklaren Bestrebungen und Liebhabereien in die richtige Bahn geleitet werden, war bisher noch nicht oder wenigstens nicht in so umfassender Weise gesorgt. Dabei ist sich der verdiente Herausgeber sehr wohl der Gefahr bewußt geblieben, wie leicht solche

Beschäftigungen, insbesondere mit physikalischen und chemischen Experimenten, in bloße Spielerei ausarten: dieser Gefahr will er gerade begegnen und deshalb gibt er auch ganz umfassende, vor vielleicht langweilig erscheinenden Einzelheiten nicht zurückscheuende Anleitungen zum Beobachten und Experimentieren, wie man sie sonst nur in streng wissenschaftlichen Leitfäden zu finden gewohnt ist. Dieser erste Band (der wohl irgendwo, auf dem Titel oder Umschlag, als Band I dieses »Jahrbuchs« hätte bezeichnet werden dürfen) beschränkt sich auf Meteorologie, Phänologie, Chemie, Physik, Botanik und Zoologie und greift natürlich auch aus diesen Fächern nur einzelne Abteilungen heraus; er will überall grundlegend wirken und muß daher vielfach selbst auf die einfachsten Dinge eingehen. Mit der Zeit aber verspricht Verf. immer weitere Disziplinen, wie Mikroskopie chemische Analyse, Photographie, Anatomie, Physiologie, Mineralogie, Geologie u. s. w. herbeizuziehen und für jede Disziplin, die einmal dem Jahrbuch eingereiht ist, von Jahr zu Jahr alles Neue zu besprechen, was in diesen Kreis gehört, so daß der Reiz der Mannigfaltigkeit den folgenden Bänden sicherlich nicht fehlen wird.

Es liegt aber in der Natur der Sache, daß, nach meinem Dafürhalten wenigstens, keineswegs alle Zweige der Naturwissenschaften gleichmäßig dazu geeignet sind, auf eigene Faust, nach Liebhaberart betrieben und demgemäß auch in einem solchen Buche besprochen zu werden. Am ehesten findet jene Thätigkeit ihren Platz da, wo es sich um die Sammlung zerstreuter Thatsachen, um fortlaufende Beobachtung von mehr oder minder regelmäßig wiederkehrenden Naturerscheinungen oder um die Herstellung relativ einfacher Präparate handelt. Von diesem Gesichtspunkt aus scheinen mir die Kapitel über Meteorologie (S. 1—60) und Phänologie (S. 61—89) am besten gelungen zu sein. Denn in der ersteren Disziplin konnte der Leser, nachdem er mit den allgemeinen Prinzipien und Aufgaben der Wissenschaft, mit den wichtigsten Instrumenten und den Bedingungen ihrer Brauchbarkeit bekannt gemacht worden, unmittelbar an die von den Zentralstellen ausgearbeiteten Regeln und Formulare verwiesen werden, deren genaue Beobachtung allein ein fruchtbringendes Arbeiten verbürgt (sehr passenderweise sind zu diesem Behufe besonders beigelegt die Formulare für Stationen II. und III. Ordnung sowie Tafeln zur Berechnung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft); und bezüglich der Phänologie war es noch viel einfacher, über Nutzen und Tragweite, Methode und geeignete Objekte der Beobachtung aufzuklären und die vom »Verein der deutschen forstlichen Versuchsstationen« ausgegebenen Schemata zu erläutern (dieselben sind für Pflanzen, Vögel und Insekten ebenfalls separat beigelegt). — In der Botanik (S. 283—348) ist nach kurzen Worten über Pflanzenpflege im Zimmer überhaupt eine treffliche Anleitung zur Kultur der Palmen und Kakteen nebst Übersicht der hierfür passendsten Gattungen und Arten, sowie ein Abschnitt über Zimmerglashäuser gegeben; die »Zoologie« (S. 349—394) bringt eine ausführliche Anweisung zum Halten von Kriechtieren in Terrarien u. s. w., dann einiges über den Saisondimorphismus der Schmetterlinge, und endlich einen Abschnitt über ornithologische Beobachtungen, mit Abdruck des Aufrufs und der Instruktionen, welche der »Ausschuß für Beobachtungsstationen der

Vögel Deutschlands« 1885 veröffentlicht hatte. — Sicherlich werden schon die in diesen Kapiteln gegebenen Anregungen vielfachen Nutzen stiften und manchen tüchtigen Naturfreund zu geregelter Mitarbeit heranziehen. Doch wäre es meines Erachtens sehr gut gewesen, wenn, namentlich für Meteorologie und Phänologie, die allgemeineren Probleme, welche man mit Hilfe so weitschichtiger und mühevoller Beobachtungen zu lösen sucht, etwas genauer und eingehender dargestellt worden wären: die Mehrzahl derjenigen, auf die hier eingewirkt werden soll, dürfte doch wohl den Dingen auch ein höheres Interesse entgegenbringen und sich den Instituten gegenüber, denen sie ihr Material abliefern, nicht auf die Rolle des geduldigen Steuerzahlers beschränken wollen, der nirgends erfährt, was mit seinen Beiträgen angefangen worden ist. Auch würde es sich empfehlen, möglichst viele solcher Institute und Vereine mit voller Adresse sowie einige Zeitschriften anzuführen, denen auch vereinzelte Beobachtungen zu geeigneter Verwertung übergeben werden könnten.

Nicht ebenso günstige Erfolge glaube ich von den Abteilungen III. Chemie (S. 90—204) und IV. Physik (S. 205—282) erwarten zu dürfen. Sind dieselben auch womöglich mit noch größerer Sorgfalt und Sachkenntnis ausgearbeitet als die erstgenannten, so bieten die Gegenstände doch viel größere Schwierigkeiten. Es handelt sich hier mehr als irgend anderswo um ein Entweder — Oder: eine Chemie ohne chemische Formeln, ohne theoretische Grundlage und ohne eigentliche Erklärung der unzähligen Reaktionen, eine Physik oder genauer eine Elektrizitätslehre (denn nur diese ist unter ersterem Titel behandelt) ohne streng induktiv fortschreitenden Lehrgang, wie sie hier zu geben versucht worden sind, haben für mich keinen rechten Sinn. Viel dankbarer werden sich diese Wissenschaften für die Zwecke des Verfassers da erweisen, wo es sich um irgend welche praktische Verwertung derselben handelt. Fast immer aber wird doch der anregende Faktor fehlen, daß die vom einzelnen Arbeiter gesammelten Erfahrungen auch für höhere Zwecke nutzbar gemacht werden könnten — es sei denn, was gewiß sehr wohl am Platze wäre, wenn Verf. sich entschließen könnte, eine Anleitung für solche zu schreiben, die Zeit, Geschick und Geld dazu hätten, um mit Hilfe einiger einfacher Apparate eine Anzahl der für das tägliche Leben wie für allgemeinere Bildung wichtigsten Experimente und Naturerscheinungen etwa in einer Schule, vor einigen wißbegierigen Knaben oder Mädchen, vor einem ländlichen Hörerkreise u. s. w. auszuführen, bezw. zu erläutern.

Noch eine andere, allerdings nicht streng hierher gehörige Bemerkung, die sich mir beim Durchblättern besonders dieser beiden Kapitel aufdrängte, will ich nicht unterdrücken. Dieselben werden unzweifelhaft gerade bei der reiferen Jugend viel Anklang finden, wie sie denn auch speziell für ihre Bedürfnisse berechnet zu sein scheinen. Wo es irgend angeht, wird genau beschrieben, wie die erforderlichen Apparate oder Reagenzien mit einfachen Mitteln von jedem selbst hergestellt werden können, sogar der Aufbau einer Elektrisiermaschine ist einläßlich geschildert. Gewiß werden manchem, der mit seinem Taschengeld sparsam umgehen muß, auch solche Anweisungen sehr willkommen sein. Aber, frage ich mich, ist denn unsere »reifere Jugend«, die sich bisher meist

mit Lesen und Schreiben, mit Klassikern und Lexika zu beschäftigen hatte, schon reif zu solchen Manipulationen? Begierig genug greift sie allerdings nach dieser Erholung von der schulmäßigen Thätigkeit; aber Auge und Hand sind gar zu ungeübt, es fehlt das Geschick, mit Hammer und Feile, mit Säge und Hobel u. s. w. umzugehen, und nur zu bald gibt der entmutigte Jünger die mißglückten Versuche, Ernsteres zu schaffen, auf und hält sich an die leichteren Spielereien. Wäre es nicht eher an der Zeit, solche Jugend erst an die Hobel- und Drehbank zu stellen, sie beim Schlosser und Klempner sich über die Eigenschaften der Metalle unterrichten zu lassen, bis ihr das Gefühl davon in den Fingerspitzen sitzt? Geordnete Übung in jeder Art manueller Fertigkeit scheint mir eine der wichtigsten Vorbedingungen für den jungen Chemiker und Physiker wie überhaupt freilich für jeden gebildeten Menschen zu sein; die Einführung in jene Wissenschaften aber dürfte dann viel besser dem Schulunterricht selbst überlassen bleiben. So lange aber weder dieser einer derartigen Forderung gerecht zu werden vermag, noch ein Handfertigkeitsunterricht in dem angedeuteten Sinne und Umfang schon in der Volksschule besteht — und das wird noch eine gute Weile dauern — so lange begrüße auch ich mit Freuden den in dem vorliegenden Werke gemachten Versuch, wenigstens durch genaue Beschreibung den Schaffenstrieb der Jugend zu unterstützen und ihren Geist auf ernsthafte Beschäftigung mit den sie umgebenden Naturdingen und -erscheinungen zu lenken. B. Vetter.

Jahrbuch der Naturwissenschaften 1885—1886. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Dr. Max Wildermann. Mit einer Karte und mehreren Holzschnitten. Freiburg i. B., Herder'sche Verlagshandlung 1886. XVI, 634 S. 8°. (»I. Jahrgang.«)

Im Gegensatze zu dem eben besprochenen »Naturfreund« will dieses »Jahrbuch« nicht in erster Linie der Jugend dienen und zu selbständiger Bethätigung auf irgend einem Gebiete der Naturforschung anregen und anleiten, sondern vornehmlich das dringende Bedürfnis weiter Kreise befriedigen, die sich über die wissenschaftlichen Fortschritte sowie namentlich über die mannigfaltigen praktischen Anwendungen der neuen Errungenschaften zu orientieren wünschen. Gewiß ein sehr lobenswertes Unternehmen; denn so viele populäre Referate, Leitfäden und Handbücher über jeden Wissenszweig auch alljährlich erscheinen, es fehlte doch noch an einer solchen Zusammenfassung alles im weiten Bereiche der Naturforschung Geleisteten. Und im ganzen ist diese Aufgabe, wie wir gerne anerkennen, gleich im ersten Jahrgang recht befriedigend gelöst. Insbesondere gilt dies von den Abschnitten über Physik, Chemie und chemische Technologie, Mechanik, Forst- und Landwirtschaft; ausgezeichnet werden in »Astronomie und mathematische Geographie« einzelne Gegenstände und Probleme behandelt, noch besser fast in »Meteorologie und physikalische Geographie«, nur vermißt man hier einstweilen noch die Ozeanographie. Unter »Chemie« ist namentlich noch der trefflichen all-

gemeinen Einleitung zu gedenken, die aber zugleich den Gedanken nahelegt, ob ähnliches nicht auch bei den meisten anderen Fächern am Platze gewesen wäre. »Mineralogie, Geologie, Erdbebenkunde« zeichnet sich durch gute Ordnung aus; auch die Paläontologie ist hier mit einbezogen, jedoch wohl etwas zu stiefmütterlich behandelt. Ähnlich ist in »Anthropologie und Urgeschichte« fast nur die letztere vertreten. Am wenigsten befriedigt uns »Zoologie«: nicht nur fehlt es hier an jeder übersichtlichen Ordnung der einzelnen Artikel und ist auch der Charakter eines Berichtes nicht festgehalten, sondern man erhält den Eindruck, als ob Morphologie, Histologie, Embryologie für den Verf. so gut wie gar nicht existierten! Mögen dies auch nicht seine Lieblingsfächer sein, so sind sie doch für viele andere gerade das Wesentliche in der wissenschaftlichen Zoologie und müssen darum auch in einem solchen Jahrbuch durchaus gebührend berücksichtigt sein. Erheblich mehr bietet in dieser Hinsicht »Botanik«; unter »Gesundheitspflege, Medizin und Physiologie« finden wir gute Artikel über Spaltpilzforschung, Cholera, Städtereinigung u. s. w., allein außer einem sehr unkritischen Abschnitt über »Vorherbestimmung des Wetters nach Beobachtungen an Menschen und Tieren«, sowie Referaten über »Hypnotismus« und »Gedankenlesen« wiederum gar nichts aus der eigentlichen Physiologie und Psychologie; und von der Bakterienkunde abgesehen kommen auch die mancherlei Fortschritte in der Mikroskopie nirgends zur Sprache. Am ausführlichsten ist die »Länder- und Völkerkunde« bedacht, wo freilich auch die Darstellung den geringsten Schwierigkeiten begegnet; die beiden Schlußkapitel »Handel und Industrie« und »Verkehr und Verkehrsmittel« sind der Hauptsache nach statistisch gehalten. Wertvolle Beigaben sind die »Beschreibung der Himmelserscheinungen in den Jahren 1886 und 1887« und das 12 Seiten umfassende »Totenbuch« von 1885.

Wir würden uns freuen, die hier erwähnten Mängel im nächsten Bande des »Jahrbuchs« beseitigt zu sehen und wiederholen, daß wir dem ganzen Unternehmen die vollste Anerkennung zollen und ihm ein gedeihliches Fortschreiten auf dem eingeschlagenen Wege aufrichtig wünschen.

B. V.

Descartes' Erkenntnistheorie. Eine Studie zur Vorgeschichte des Kritizismus von Dr. Paul Natorp. Marburg, N. G. Elwert'sche Verlagshandlung 1882, VI. 190 S. 8^0.

Wir haben hier eine jener Schriften vor uns, welche vielleicht hauptsächlich infolge einer gewissen Gleichgültigkeit gegenüber dem, was man anziehende Form nennt, längere Zeit unbeachtet bleiben, bis endlich der innere Gehalt zu seinem Recht und das Buch bleibend zum Durchbruch kommt. Die vorliegende Schrift ist unseres Erachtens von so hohem Wert für die Entwickelung der Erkenntnistheorie, daß keiner sie ignorieren kann, der ernster mit dieser sich beschäftigt. Leider müssen wir uns hier darauf beschränken, die Aufgabe zu kennzeichnen, welche der geehrte Verfasser sich gestellt hat; denn gerade weil diese Schrift

durch und durch gehaltvoll ist, wäre für den Nachweis der glücklichen Lösung der gestellten Aufgabe eine vollständige Rekapitulation von nöten.

Die Ansicht, nach welcher Descartes der Hauptvertreter des von Kant verurteilten Dogmatismus gewesen wäre, wird da vollständig über den Haufen geworfen. Diese Ansicht stützt sich nämlich auf den Umstand, daß Descartes in seinen drei Hauptschriften: in der Abhandlung über die Methode, in den Meditationen und in den Prinzipien — von einem rein metaphysischen, scheinbar jede Ableitung ablehnenden Satz ausgeht. Nun zeigt uns aber Natorp, daß Descartes' »Regulae ad directionem ingenii« nicht nur früheren Datums sind, sondern den eigentlichen Schlüssel zu jenen systematischen Werken bilden. Es wird da die Existenz des denkenden Wesens nicht als etwas nur metaphysisch zu Begründendes dargestellt, sondern erst und zwar ganz im Sinne Kant's die Möglichkeit oder Unmöglichkeit der Begründung überhaupt untersucht. Im Verlauf der Vergleichungen und Auseinandersetzungen Natorp's ergibt sich unseres Erachtens unwiderleglich, daß Descartes Kant's Ziel anstrebte und nur zu dessen Behandlung der Sache nicht hinanreichte, so daß, wo Kant am schärfsten ihn bekämpfte, dies seinen Grund darin hatte, daß er von Kant mißverstanden worden war.

Wir glauben am besten zu thun, wenn wir hier ein paar Sätze Natorp's wörtlich wiedergeben. »Kant hat das Wesentliche des Descartes'schen Idealismus in Wahrheit nicht aufgegeben, sondern in völliger Übereinstimmung festgehalten, oder vielmehr selbständig wiedergewonnen und freilich weit tiefer und haltbarer begründet, gerade auch durch die bestimmte und ausgesprochene Unterscheidung des Ich der reinen Apperzeption von dem Ich des inneren Sinnes, und die Erkenntnis, daß das letztere ebensowohl bloße Erscheinung ist als die Materie.« — — »Man wird hiernach meine Meinung wohl nicht so mißverstehen, als ob jeder Unterschied zwischen Descartes und Kant geläugnet oder von dem eigentümlichen Verdienst des letzteren irgend etwas abgestrichen werden sollte. Ich behaupte nur soviel, daß Descartes' Lehre, scharf aufgefaßt, den Grundgedanken enthält, welcher, konsequent zu Ende gedacht, auf die Kant'sche Position hinausführt.« — — »Descartes' kühn vordringender Geist war fähiger, einen ersten Gedanken scharf und richtig zu erfassen, als ihn mit besonderer Ausdauer zu Ende zu denken. Es scheint oft, daß die glückliche Leichtigkeit, mit der er die ersten Fundamente der Wissenschaften gewann, ihn über die Schwierigkeit wegsehen ließ, die es hat, auf dem richtig gelegten Grunde einen in allen Teilen dauerhaften und dem Entwurf entsprechenden Bau zu errichten; und indem er sich fast immer die Aufgaben zu einfach dachte, entging ihm die beste Frucht seiner so groß konzipierten ersten Einsichten.« (a. a. O. S. 42—44.)

Hier können wir nicht umhin, an eine hochinteressante Parallele aus der neuesten Zeit zu erinnern. Herbert Spencer bekämpft im zweiten Bande seiner Psychologie (deutsch von B. Vetter, Stuttgart 1886) in entschiedenster Weise den Idealismus Kant's, aber nur weil er ihn nahezu gleichstellt dem Idealismus Berkeley's. Er kennt nur echte Skeptiker und echte Idealisten und verwirft daher alles, was sich Skepti-

zismus oder Idealismus nennt; trotzdem ist doch der »verklärte Realismus« (a. a. O. S. 505 ff.), zu welchem er schließlich gelangt, nichts anderes als der wohlverstandene Idealismus d. h. Realidealismus Kant's. Wie aber diesem eine weit fortgeschrittenere Naturwissenschaft zur Seite stand als Descartes: so verfügt Herbert Spencer gegenüber Kant über eine noch viel weiter fortgeschrittene Naturwissenschaft, auf welche die moderne Entwickelungslehre den erklärenden Accent legt. Nach dieser Seite ist er dem alten Königsberger entschieden überlegen. Allein auch hier tritt eine Parallele der interessantesten Art zu Tage. Wie Descartes, ohne die wahren Grundlagen des Kritizismus zu kennen, in dessen künftige Gestaltung Blicke gethan hat, als hätte er im Geiste ihn geschaut: so hat Kant zu einer Auffassung der Naturwissenschaft sich emporgeschwungen, welche Raum hatte für deren ganze künftige Entwickelung. Aus beiden Fällen spricht das Vorrecht des Genies. Daß Herbert Spencer auf ganz neuem Wege — nach unseren Begriffen ist seine Psychologie weit eher eine Erkenntnistheorie — zu Kant's idealem Weltbild gelangt, ist von hohem Wert. Dagegen erscheint es uns als von sehr zweifelhaftem Wert, daß er das Ansich der Dinge, welches er S. 571 ganz im Sinne Kant's als dem »Wesen nach unvorstellbar« erklärt, S. 521 zu einer »Macht« erhebt; denn er sagt dort wörtlich: »daß hinter allen innerlichen und äußerlichen Kundgebungen eine sich kundgebende Macht verborgen ist«. Kundgebungen kann da nur Erscheinungen heißen; jedoch der Ausdruck paßt zum Begriff der »Macht«, zu der das Ansich gestempelt wird. Diese Macht ist uns bei Herbert Spencer nicht neu; denn wir haben sie schon gefunden in seinen »Grundlagen der Philosophie« (deutsch von B. Vetter, Stuttgart 1875, S. 106), wo sie auf uns den Eindruck einer Brücke gemacht hat, welche bestimmt ist, Gemütern, die aus religiösen Gründen der Entwickelungslehre widerstreben, den Übergang zu erleichtern. Nach dieser Richtung mag die Sache praktisch sein; allein alle derartigen Brücken leiden an einer übermäßigen Spannung und sind, nach beiden Richtungen zum Übergang einladend, doppelt gefährlich.

Zur Besprechung der vorliegenden Schrift zurückkehrend, müssen wir vor allem bemerken, daß Descartes eine Brücke für die nach metaphysischen Gütern Lechzenden nicht erst zu spannen brauchte. Der Seelenbegriff ergab sich von selbst aus seinem für sich existierenden »denkenden Ich«. Aber bei aller Klarheit, mit der Natorp auch diese Seite des Philosophen und zwar mit besonderer Beziehung auf Kant behandelt: den Vorwurf können wir nicht unterdrücken, daß der Leck, den dabei der Kritizismus erleidet, ohne alle Würdigung bleibt. Hier haben die »regulae« ihren Autor im Stich gelassen. Es ist der einzige bedeutsame, aber allerdings ein sehr bedeutsamer Fall. Aus der bloßen, wenngleich über jeden Zweifel erhabenen Verschiedenheit zwischen der physischen und der psychischen Thätigkeit auf eine Existenz der Seele auch ohne den Körper zu schließen, ist unkritisch und für den echten Kritizismus nur aus rein praktischen, ausdrücklich von allem eigentlichen Wissen absehenden Gründen zulässig.

Allein Natorp kennzeichnet, wie wir aus den oben zitierten Sätzen ersehen, seinen Philosophen nur als einen Bahnbrecher des Kritizismus.

Seine »regulae ad directionem ingenii« handeln bei der Darlegung des Weges zur Gewißheit, außer von der Deduktion, Induktion und wissenschaftlichen Erfahrung, auch von der Intuition; und dies ist der schwierigste Punkt. Unter Intuition ist von Descartes nie das verstanden worden, was man gemeinhin daraus macht und worauf nicht nur der Mystizismus, sondern auch ein Schopenhauer großes Gewicht legt. Mit einer seltenen Klarheit bei so gedrängter Kürze weiß Natorp die notwendige Verknüpfung, im Gegensatz zur bloß zufälligen, als das Kriterium zu erweisen, durch welches Descartes zu reinen Verstandesbegriffen gekommen ist, die durch sich selbst klar sind und gar nicht bewiesen werden können. In den Sätzen: der Körper ist beseelt, der Mensch ist bekleidet, — haben wir es nur mit einer zufälligen, in den Sätzen: jede Gestalt hat Ausdehnung, jede Bewegung Dauer, — mit einer notwendigen Verknüpfung zu thun. Auf diesem »durch sich selbst klar sein«, welches ein dem Irrtum zugängliches Urteil überflüssig macht, beruht der »intuitus«, das Fixieren mit dem Blick des Geistes — mit Descartes' Worten: defixa mentis acie intueri — welches mit dem leider im Laufe der Zeit sehr dehnbar gewordenen Ausdruck Intuition bezeichnet wird. Was Descartes vorschwebte, war Kant's reine Verstandesanschauung; oder, um mit Natorp zu reden: »Die ursprüngliche Funktion der Erkenntnis, welche deren Gültigkeit und Grenzen zuletzt bestimmt, wird von Descartes, sachlich genau übereinstimmend mit Kant, als Synthesis a priori aufgefaßt, welche allein jene ursprünglichen Urteile begründet, auf denen alle wahre Erkenntnis als ihrem letzten Fundamente ruht. Mit dem Begriff der notwendigen Verknüpfung hat Descartes genau den Punkt getroffen, wo später Hume's Skepsis anknüpft und von wo dann Kant zu einer neuen Lösung des Erkenntnisproblems fortschreitet.« (a. a. O. S. 19.)

Während das erste Kapitel die leitenden Grundsätze darstellt, beschäftigen sich die folgenden mit der Frage: inwiefern Descartes in seinen späteren Werken diesen Grundsätzen treu geblieben ist. Das Prinzip des Zweifels mit den besonderen Gründen dieses Zweifels; die erkenntnistheoretische Begründung des »cogito ergo sum«; Descartes' Vorstellung des allgemeinen Zusammenhanges der Natur und sein Verhältnis zu Spinoza, Keppler, Galilei und Hobbes werden mit vollkommen ausreichender Ausführlichkeit behandelt. Den Schluß der Schrift bildet eine Auseinandersetzung mit J. Baumann, der in seinem Werke: Die Lehren von Raum, Zeit und Mathematik in der neueren Philosophie, — anlangend Descartes in einigen Punkten von Natorp abweicht. Mit vollem Recht legt unser verehrter Autor den Nachdruck auf die Wichtigkeit einer genauen und methodischen Interpretation, sobald man auf historische Forschung sich einläßt, welche letztere unstreitig für jede Wissenschaft unerläßlich ist, soll anders Klarheit kommen in das, was Problem ist, und will man nicht beständig Gefahr laufen, um bloße Schatten und Worte zu streiten. In dem Bestreben, nach dieser Richtung zu wirken, und in den wertvollen Beiträgen, welche diesem Zweck dienen, liegt das erhebliche Verdienst der vorliegenden Schrift.

Marburg a. D. B. Carneri.

Gorup-Besanez, Lehrbuch der Chemie. I. Band. Anorganische Chemie. 7. Auflage, neu bearbeitet von Albrecht Rau. Mit zahlreichen Holzschnitten und einer farbigen Spektraltafel. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 1885. XXII, 770 S. 8°.

Der den Lesern dieser Zeitschrift wohlbekannte Verfasser [1], welcher sich der Mühe unterzogen hat, den die anorganische Chemie behandelnden Teil des Gorup'schen Lehrbuchs neu zu bearbeiten, das will sagen, völlig umzuarbeiten, hat damit auch solchen Naturforschern, welche der Chemie nicht nahe stehen, einen Dienst geleistet. — Das Buch, auf welches die Aufmerksamkeit der Leser des Kosmos gelenkt werden soll, enthält neben einer Fülle von Einzelheiten, welche den Wissensdurst des Chemikers befriedigen, mehrere Kapitel allgemeineren, theoretisch-chemischen Inhalts: aus diesen kann sich jeder Naturforscher Anregung und Belehrung holen. Solche Abschnitte, auf welche in dieser Anzeige besonders hinzuweisen ist, verdienen um so mehr Beachtung, als sich darin am treuesten die Eigenart des Verfassers spiegelt.

Im Vorwort betont derselbe sein Bestreben, die aus den Thatsachen gezogenen Folgerungen nicht aprioristisch, wie dies in vielen Lehrbüchern geschieht, sondern erst nach Verständnis jener Thatsachen zu behandeln. Dies lobenswerte Prinzip ist mit gutem Erfolge durchgeführt worden. Durch Erläuterung bekannter Erscheinungen wird der Geist des Anfängers erst genügend geschult, um die aus jenen abgeleiteten Schlüsse ohne Schwierigkeit verstehen zu können. Deshalb finden sich Abschnitte, wie die über Avogadro's Regel, Dulong-Petit's Satz, über Isomorphismus, Spektralanalyse, Theorie der Flamme, erst nach Bekanntschaft des Anfängers mit den jenen Regeln etc. zu Grunde liegenden Thatsachen.

Daß Rau's Werk durch präzisen Stil, gute Darstellung realer Vorgänge sowie durch Klarheit in Deduktion theoretischer Sätze ausgezeichnet ist, wird für den, welcher des Verfassers frühere Schriften gelesen hat, sich ohne weiteres verstehen.

Die Einleitung beginnt mit der Definition von deskriptiven und deduktiven Naturwissenschaften, deren scharfe Trennung allerdings unmöglich ist. Man findet sodann eine gute Erläuterung der Unterschiede zwischen Gemengen und chemischen Verbindungen. — Die Eigenschaften der Körper führen naturgemäß zu der Unterscheidung von physikalischen und chemischen Veränderungen, somit von Physik und Chemie. Die Aufgaben der letzteren sind trefflich dargelegt, ihre verschiedenen Richtungen gut charakterisiert.

Schritt für Schritt leitet der Verfasser den Leser zur Erfassung der wichtigsten chemischen Grundbegriffe und gelangt ohne Sprünge zur Darlegung der aus den Gewichtsverhältnissen der sich verbindenden Stoffe folgenden Gesetzmäßigkeiten, welche in der Atomtheorie zusammengefaßt werden. Gut gewählte Beispiele unterstützen aufs wirksamste diese theoretischen Erörterungen, welche den Nichtchemiker über die Grund-

[1] Vergl. die Besprechung seines Werkes: „Die Theorien der modernen Chemie" in Kosmos, 1884, I, S. 390 ff.

lagen der Chemie ausgiebig belehren. Dank seinen historisch-chemischen Kenntnissen versteht es der Verfasser, dem Gedankengang bedeutender Forscher nachzuspüren und klar zu stellen, wie sie zu wichtigen Ergebnissen gelangt sind (vergl. z. B. die Begründung der Atomtheorie von Dalton S. 21).

Der Sinn für die Entwickelung der Chemie ist bei Rau besonders kräftig ausgebildet und geht durch das ganze Buch, wie die bei jedem Elemente und bei wichtigen chemischen Verbindungen eingestreuten historischen Bemerkungen beweisen, welche sich zuweilen zu kleinen Abhandlungen erweitern (vergl. Geschichte der Entdeckung des Sauerstoffs S. 42 ff). Diese das ganze Werk durchsetzenden historischen Adern tragen zur Belebung der Darstellung wesentlich bei, zumal wenn sie mit der dem Verfasser eigenen durchdringenden Kritik gewürzt sind.

Unter den Kapiteln theoretischen Inhalts ragt das über die »Beziehungen der Elektrizität zur Affinität« und über die »Valenz der Elementaratome« hervor (S. 334 ff). Dasselbe enthält eine klare, anregend geschriebene, zugleich kritisch gehaltene Darlegung der elektrochemischen Theorie von Berzelius, welcher Verfasser im wesentlichen zustimmt. Die naturgemäß sich an diese anschließenden Betrachtungen über Sättigungskapazität der Grundstoffe geben eine präzise Vorstellung der für die gesamte Chemie so bedeutungsvollen Lehre von der Valenz. So wahr und zutreffend übrigens des Verfassers Bemerkungen über das Verdienst sind, welches Kolbe und Frankland an der Feststellung des Begriffs Sättigungskapazität zukommt, so geht er doch in der abfälligen Beurteilung der heutigen Strukturchemie zu weit, insofern er die Ansichten über die Valenz so darstellt, wie sie vor 15—20 Jahren von vielen Chemikern unter Führung Kekulé's gelehrt wurden. Jetzt ist die Annahme, daß der Schwefel absolut zweiwertig, der Stickstoff nur dreiwertig sei u. s. f., mit einem Worte die Lehre der konstanten Valenz von den Meisten als unhaltbar aufgegeben worden. Überhaupt ist Referent der Meinung, daß Herr R. mit den vielfach eingefügten kritischen Erörterungen hätte sparsamer sein sollen, weil die Anfänger, für welche das Buch in erster Linie bestimmt ist, durch solche Kritik verwirrt werden; denn dieselben können erst nach gründlichen Studien den verschiedenen Auffassungen der theoretischen Chemie gerecht werden.

Ausgezeichnetes bietet der Verfasser in dem der Einführung in das Gebiet der Metalle gewidmeten Abschnitt (S. 443—480). Der Leser findet darin Belehrung über die Säuren, Basen und Salze, deren Konstitution Gegenstand der frühesten Spekulationen und der wichtigsten Diskussionen gewesen ist. Die Charakteristik der Metalle und ihrer Verbindungen vermittelt einen guten Überblick über diese wichtigen Körperklassen.

An irgend einer Stelle dieser Kapitel oder des Buches überhaupt hätte wohl, wie Referent meint, das periodische System der Elemente berücksichtigt werden sollen. Die zahlreichen Regelmäßigkeiten, welche durch die systematische Anordnung der Elemente nach ihren Atomgewichten zu Tage treten, sind gewiß nicht zufällig: das jenen zu Grunde liegende Gesetz ist freilich noch unbekannt. Es sei darauf hingewiesen,

daß dem Indium z. B. zuerst auf dem Wege der Spekulation, d. h. auf Grund des periodischen Systems, das Atomgewicht 113,4 zugeschrieben worden ist, welches erst später experimentell (durch Ermittelung der spezifischen Wärme des Indiums) festgestellt wurde (vergl. S. 602).

Wer sich über wichtige Zweige der angewandten, insbesondere technischen Chemie orientieren will, findet in dem vorliegenden Werke die beste Gelegenheit. Die metallurgischen Prozesse sind kurz und gut geschildert, wichtige Teile der chemischen Industrie gebührend berücksichtigt, wenn auch nicht immer mit Benutzung der neuesten Erfahrungen (so wird die Bildung der Schwefelsäure in den Bleikammern gemäß der von Peligot aufgestellten, experimentell widerlegten und längst aufgegebenen Theorie erklärt; bei der Erzeugung von Soda nach dem Leblanc'schen Verfahren begegnet man der durchaus hypothetischen Verbindung: $3CaS \cdot CaO$, deren Existenz vom Verfasser bestimmt angenommen wird).

Das Lob, welches Rau's Werk in reichem Maße verdient, überwiegt weitaus die Ausstellungen, welche Referent nicht hat zurückhalten wollen. Die Chemiker dürfen sich Glück wünschen, ein von so gesundem Geiste getragenes Lehrbuch zu besitzen, welches die chemische Wissenschaft auch solchen, welche ihr ferner stehen, näher bringen und wert machen wird. E. v. Meyer (Leipzig).

Wladimir Majnow: Studien über die juridischen Verhältnisse der Mordwa. St. Petersburg 1885. (Memoiren der Kais. russ. Geograph. Gesellschaft, Sektion für Ethnographie. Bd. XIV. Liefg. 1. Russisch.)

Die vorliegende Monographie des durch seine Studien über die Mordwa bereits wohlbekannten Verfassers[1] ist als ein wertvoller Beitrag zur Kunde des auf ca. 800 000 Seelen geschätzten und die russischen Gouvernements Ssamara, Ssimbirsk, Pensa, Nishnij-Nowgorod, Tambow, Ssaratow, Kasanj, Orenburg, Astrachanj und Charjkow bewohnenden Mordwinenvolkes zu bezeichnen. Wir kennen den von Majnow beschriebenen Volksstamm aus eigener Anschauung und vermögen die Schwierigkeiten zu beurteilen, mit denen der Verfasser bei seinen Forschungen zu kämpfen hatte. Eine der Hauptschwierigkeiten für den Ethnologen erwächst aus der großen Empfänglichkeit der Mordwa für die Lebensformen der benachbarten Völker, vor allem der Tataren und Russen; letztere zeichnen sich ihrerseits wie bekannt durch eine für ihre nationale Individualität mitunter sehr nachteilige Anpassungsfähigkeit an fremde Sitten und Bräuche aus und haben demgemäß mancherlei von der Mordwa entlehnt; schließlich zerfällt die Mordwa in zwei Hauptgruppen: die Ersja und die Mokscha, von denen die erstere entschieden mehr dem russischen

[1] „Resultate anthropologischer Forschungen unter der Mordwa." St. Petersburg. Memoiren etc. Bd. XI. 1883. Wir bemerken noch, daß Majnow von seiten der Russ. Geograph. Gesellschaft mit zwei goldenen Medaillen (kleinere Ausgabe) beehrt wurde; die zweite Auszeichnung erhielt er 1885 für das uns hier beschäftigende Werk.

Wesen zuneigt als die im allgemeinen fester an dem Althergebrachten hängende Mokscha. Die Schwierigkeit, die fremden Beimengungen und wechselseitigen Entlehnungen in Sitte und Brauch auszuscheiden, wird durch den Mangel an historischer Überlieferung selbstverständlich noch erhöht. Wenn wir aber den Wert der Majnow'schen Arbeit gern anerkennen und die Lücken derselben dem Verfasser nicht gar sehr verargen wollen, so müssen wir doch bemerken, daß die Arbeit in formeller Beziehung ungenügend ist: eine genauere Prüfung des Materials hätte nicht nur zur Ausmerzung der zahlreichen größeren und kleineren Widersprüche und der so überaus lästigen Wiederholungen, sondern zur Klärung und zu festerer Fassung der Anschauung des Verfassers geführt. Immerhin ist der Wert der in ihrer Art einzig dastehenden und mit vielem Fleiß und zweifellosem Geschick ausgearbeiteten Monographie Majnow's ein bedeutender und dürfen wir mit Spannung den in Aussicht gestellten weiteren Publikationen des Verfassers entgegensehen.

. Sein Hauptaugenmerk wendet der Verfasser den verwandtschaftlichen Beziehungen und namentlich der Ehe unter der Mordwa zu; kürzer werden die Formen des Besitzes, Verträge und Assoziationen besprochen. Gleichzeitig aber gewährt uns der Verfasser dadurch, daß er zahlreiche Sprichwörter, Sagen, Bräuche und Sitten der Mordwa zur Erläuterung der juridischen Begriffe citiert, einen tiefen Einblick in das geistige Leben dieses nicht unbegabten und vom völkerpsychologischen Standpunkte durch seine unverdorbene Naivität äußerst interessanten Volkes.

Die Mordwa kennt nur eine Blutverwandtschaft; eine Bezeichnung für Verwandtschaft und Familie im weiteren Sinne besitzt sie nicht: die Verwandten der Frau galten ursprünglich für »ilenneh« d. h. fremd, nie für »tew« = verwandt durch Geburt. Erst in neuerer Zeit werden dieselben unter dem Einfluß der Russen als entfernte Verwandte anerkannt, erhalten aber bei festlichen Gelagen ihren Platz erst nach den Verwandten dritten Grades. Ehre und Gewalt in der Familie kommen dem Erstgebornen zu, dessen Abstammung vom Stammvater die direkteste ist. Der Patriarch der Familie ist gleichzeitig der Vermittler des Verkehrs mit den alten Göttern, welche sich bei der Mordwa überaus friedlich mit dem christlichen Gotte vertragen. Das Oberhaupt gebietet frei über die Angehörigen der Familie und den Besitz: »der Zar hat geboten, der Vater verboten«, sagt ein mordwinisches Sprichwort. Dafür ist er aber auch verantwortlich für alles das, was von seinen Angehörigen vollbracht wird; der Hofbesitzer hat selbst für das Vergehen des bei ihm dienenden Knechtes Buße zu zahlen; übrigens werden die Knechte auch als halbe Familienmitglieder behandelt. Ohne Willen des Vaters darf der Sohn nichts Bedeutendes in der Wirtschaft vornehmen, selbst wenn sie ihm bei Abwesenheit des ersteren übertragen wurde. Die Achtung der Kinder und jüngeren Mitglieder vor dem Vater, nicht minder aber auch vor der Mutter, welche ihrerseits dem Vater untergeordnet ist, kann als eine ganz außerordentliche bezeichnet werden: zur Charakteristik eines grundschlechten Menschen gehört die Behauptung, daß er den Befehlen seiner Eltern nicht Folge leiste. Anderseits ist das Verhältnis der Eltern zu den Kindern ein durchaus liebevolles und macht der Vater nur höchst

selten von dem ihm zustehenden Rechte Gebrauch, ein ungefügiges Mitglied der Familie zu enterben und auszustoßen; er läßt sich gewöhnlich auch sehr leicht zur Wiederaufnahme desselben bewegen. Das feste Zusammenhalten der Familie ist, wie das uns auch unsere eigenen Beobachtungen gelehrt haben, den Mordwinen durchaus eigen; es gibt noch heutzutage einige Familien von 50—60 Mitgliedern; zur Ausscheidung der Mitglieder schreitet man ungern: »Nimmst du den Reif von der Tonne, so fließt das Wasser hinaus,« sagt die Mordwa. Um der Ausscheidung vorzubeugen, werden in einem Gehöft mehrere Hütten errichtet. Ohne elterlichen Segen ist eine Ehe undenkbar, indessen respektieren die Mokscha wenigstens die Neigung der zu Vermählenden; bei der Ersja kommen gezwungene Eheschließungen vor. Wir bemerken noch, daß das Oberhaupt in schwierigen Angelegenheiten gern den Rat der Familienmitglieder vernimmt, wobei die geschlechtliche Reife die Stimmfähigkeit bedingt. Nur ein absolut unfähiges und für das Bestehen des Hofes gefährliches Oberhaupt kann seiner Gewalt entsetzt werden.

Während die Gemeinde, der russische »Mir«, bei der Mordwa eine geringe Gewalt besitzt und sich prinzipiell der Eingriffe in das Familienleben der Gemeindemitglieder enthält, spielen die »Schabry«, die Nachbarn, eine ganz bedeutende Rolle. Die »Schabry« — als solche gelten übrigens nur die unbescholtenen Männer — treten in schwierigen Rechtsfällen oder Familienzwisten nicht nur beratend, sondern entscheidend auf; sie können z. B. ein Familienoberhaupt, welches das Hofgut verpraßt, durch das ihm in der Abstammung nächstfolgende Mitglied ersetzen und finden allerorts Gehorsam; ähnliche Absetzungen, die von der Administration ausgeführt wurden, blieben de facto unberücksichtigt. Die Meinung der »Schabry« ist für den Mordwinen bei jeder Handlung maßgebend. Der Nachbar vertritt bei einem elternlosen Brautpaar die Stelle des segnenden Vaters. Das gegenseitige Verhältnis der Nachbarn ist ein überaus freundliches, worauf schon zahlreiche Sprichwörter hinweisen: »Wenn der Nachbar nichts gibt, so gibt niemand«; »Thust du dem Nachbar Gutes, so hast du's dir selber gethan«; »In der Nachbarschaft sind Kuh und Kübel gemeinsam« u. dergl. m. Gleichzeitig ist aber auch das Verhältnis der Nachbarn streng und rechtlich reguliert; die Grenzmarken gelten für heilig. Der mit Arbeiten bedrängte Bauer kann seine Nachbarschaft zur Unterstützung auffordern, wobei er nur für eine gute Bewirtung und namentlich für das beliebte »Pureh« (Gemisch von Bier und Meth) zu sorgen hat. Die Nachbarn, ja die gesamten Gemeindemitglieder sind es auch, die durch Beiträge die gemeinsamen Gebete und Opfer ermöglichen, bei welchen die gespendeten Produkte gemeinsam verzehrt werden; gemeinsam werden auch die großartigen Wachskerzen von 20—25 bis 40 Pud (1 Pud = 16,38 kg) zustande gebracht, welche zu Ehren der Götter in Kriegszeit oder bei Hungersnot mitunter ein paar Wochen lang gebrannt werden. Das Genossenschaftswesen in Form der bei den Russen so sehr verbreiteten »Arteli« ist übrigens bei der Mordwa wenig entwickelt; die »Arteli«, die sich für Feldarbeiten oder Lastenbeförderung etc. verdingen, zeichnen sich jedoch durch eine feste und rechtliche Organisation aus, wobei sie blindlings ihrer Vertrauensperson, dem Leiter

der »Artelj«, dem »Kellowanj« folgen. Als Arbeiter werden die Mordwa ihrer Tüchtigkeit und Zuverlässigkeit wegen sehr geschätzt.

Die Mitteilungen des Verfassers über den Gemeindebesitz bei der Mordwa sind recht mangelhaft; von Interesse ist es, daß die Waldbenutzung nur auf Anfrage bei der Gemeinde erlaubt, das Sammeln von Reisig, Beeren, Pilzen, Moos dagegen jedem freisteht, in dem Maße jedoch, daß die Nachbarn dadurch nicht geschädigt werden; das gleiche gilt für Jagd und Fischfang; beim Fischfang ist z. B. der Gebrauch von feinen Netzen, von Gift u. dergl. m. untersagt. Mit dem Privatbesitz und seiner Ausschließlichkeit der Benutzung können die Mordwa sich ebensowenig befreunden wie mit Wegesperren. Die Wiesen werden gemeinsam gemäht und das Heu darauf nach »Seelen« verteilt; wo das alte Recht bereits geschwächt, werden die Wiesen parzelliert.

Bemerkenswert ist das Heilighalten des Versprechens und der Verträge. Werden die Vertragsbedingungen nicht gehalten, so wird vor allem danach gefragt, ob der Schuldige nicht durch ein Unglück in der Ausübung seiner Pflichten verhindert worden sei. Ist das der Fall, so wird er frei gesprochen, wenn nicht, so muß er büßen, und zwar mitunter auch körperlich. Die Verträge werden selten zu Papier gebracht; zumeist genügt Wort und Handschlag oder der alte Brauch des Zusammenknüpfens der Gürtel.

In der Ehe der Mordwa haben sich mancherlei alte Bräuche erhalten: es ist z. B. die Raubehe, namentlich bei den Mokscha, trotzdem daß sie viel kostspieliger ist als die übliche Ehe und nunmehr bloß einen formellen Wert besitzt, ganz besonders beliebt. Der Ehe kommt eine hohe soziale Bedeutung zu: durch die Ehe wird der Mann zu einem vollberechtigten Mitgliede der Gemeinde; nicht minder gewinnt die Frau, namentlich mit der Geburt eines Kindes, gegenüber der Stellung des Mädchens in der Familie. Die Keuschheit des Mädchens wird nicht geschätzt, vielmehr wird ein Mädchen mit Kindern tüchtig umworben, da es seine Fähigkeit ein Geschlecht fortzupflanzen bewiesen hat. Auch im Ehestand wird relativ wenig auf eheliche Treue gehalten. Das Verhältnis der Eheleute zu einander ist Privatsache; der »Mir« hält sich, wie erwähnt, von Familienangelegenheiten fern; mehr Einfluß haben noch die »Schabry«. Übrigens ist dies Verhältnis im allgemeinen ein recht liebevolles und rechtliches. Die Frau gilt vor allem als Beistand in der Wirtschaft und als Fortpflanzerin des Geschlechtes; bewährt sie sich in diesen beiden Beziehungen, so ist ihre Stellung eine gesicherte. De jure steht die Frau allerdings unter dem Mann: sie hat kein Stimmrecht im häuslichen Rat; sie ist bei den Ersja von dem Erbe ausgeschlossen etc. De facto aber wird sie von der Familie, wenn sie tüchtig ist, sehr geschätzt: sagt doch ein Sprichwort: »Der Mann spricht, die Frau denkt.« Offiziell wird als Zeuge oder Experte allerdings nie eine Frau gefordert, sondern mindestens drei, denn ein anderer Spruch sagt: »Zwei Frauen haben den Verstand eines Mannes,« was übrigens den Fall gar nicht ausschließt, daß der Mann sich durch seine Frau lenken läßt. Die Mutter wird in der Familie, wie erwähnt, hoch verehrt; man spricht von einem »Vater-Muttersegen«. Die Witwe kann bei den Mokscha, falls die Kinder

unmündig sind, die Leitung des Hofes übernehmen. Jedenfalls hat die Frau ihr Privateigentum, und zwar nicht nur den Schmuck, namentlich den mit Münzen geschmückten Kopfputz, welchen die Mutter auf die Tochter vererbt; es fallen ihr auch einige kleine Einkünfte von der Wirtschaft und dem Garten zu, sowie das Geld, das sie vom Verkauf von Pilzen, Erdbeeren etc. heimbringt oder von Reisenden erhält, denen sie Unterkunft gewährt. Im großen und ganzen ist die Lage der Frau bei den Mordwinen eine unvergleichlich bessere als bei den Großrussen.

Bern. Petri.

Bibliographie.

Über den Einfluss des Chlormagnesiums und des Chlorcalciums auf die Keimung und erste Entwickelung einiger der wichtigsten Kulturpflanzen. Von **Richard Hindorf.** Inaug.-Diss. Halle a. S. 1886. 4°. 30 p.

Verf. nahm seine Versuche in einem kleinen Gewächshause vor, dessen Temperatur bei Tage möglichst auf 19° C. erhalten wurde, während nachts meistens 11° C. waren.

Die Pflanzen keimten in flachen Porzellantellern, welche ca. 3 mm hoch mit durch Säuren ausgekochtem Quarzsand gefüllt waren. Diesem wurden verschieden starke Lösungen von Chlormagnesium und Chlorcalcium zugesetzt und die verdunstete Wassermenge hin und wieder durch destilliertes Wasser ersetzt. Jeder Teller erhielt 50 Samenkörner. Waren die Keimwürzelchen 3 mm (bei den ersteren 5 mm) lang, so wurden sie aus dem Keimbett entfernt und ihre Anzahl in Tabellen eingetragen.

Die Vegetationsversuche fanden in gewöhnlichen Blumentöpfen von fast cylindrischer Form statt. Die Erde bestand aus mildem Diluviallehm mit sehr geringem Kalkgehalt.

Die Dauer der Vegetationsversuche betrug 28 Tage.

Keimungs- und Vegetationsversuche wurden angestellt mit Sheriff-Weizen, Pirnaer Roggen, Chevalier-Gerste, Probsteier Hafer, Viktoria-Erbsen, Rot-Klee und Raps.

Das Resultat aus den Tabellen ergibt folgendes: In sehr verdünnten Lösungen wirkt das Chlormagnesium und Chlorcalcium förderlich auf die Keimung ein. Als Optimum hat sich im allgemeinen eine $^1/_5$ prozentige Lösung, als Maximum eine $^1/_2$ prozentige ergeben. Dabei hat das Chlormagnesium mit Ausnahme des Rotklees einen weit nachteiligeren Einfluß ausgeübt als die Calciumverbindung. Die Intensität der Wirkung der Salze ist bei den verschiedenen Samenarten eine vielfach wechselnde und in ziemlich weiten Grenzen schwankende gewesen.

Bei den Vegetationsversuchen hat die Zufuhr von Chlormagnesium in Mengen, welche einer Düngung mit 1000 und 2000 kg Abraumsalz pro Hektar entsprechen, das Wachstum erheblich begünstigt. Desgleichen ist durch Gaben von Chlorcalcium, entsprechend einer Düngung von 1000 kg fünffach konzentrierten Kalisalzes, die Vegetation wesentlich gefördert worden.

Die so vielfach den Salzen zugeschriebenen pflanzenfeindlichen Eigenschaften zeigen dieselben also erst, wenn sie den Gewächsen in sehr großen Quantitäten resp. solchen Mengen zugänglich gemacht werden, wie sie in der landwirtschaftlichen Praxis niemals Anwendung finden. Der Grund für die nachteilige Wirkung ist im Chlorgehalt zu suchen.

Auf die in den Tabellen aufgespeicherten Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden. Dr. E. Roth. Berlin.

Ausgegeben den 31. Oktober 1886.

Sidgwick, Wallace, Du Prel und die Lehre Darwin's.

Von

B. Carneri.

Im Aprilheft 1886 der Vierteljahrschrift »Mind« unterwirft Henry Sidgwick in einem längeren Essay die historische Methode, insofern sie die Lösung der schwierigsten Probleme allein zu bewältigen anstrebt, einer scharfen und unseres Erachtens unanfechtbaren Kritik. Seit dem Erscheinen seines Werkes: »The Methods of Ethics«, welches unter den englischen Philosophen eine noch immer nicht zur Ruhe gekommene Bewegung hervorgerufen hat, zählt er zu den bedeutendsten Denkern der Neuzeit. Darum können wir einen weittragenden Ausspruch, zu welchem er in der genannten Vierteljahrschrift gelangt, nicht mit Stillschweigen übergehen. Das gewählte Thema führt ihn notwendigerweise auf Darwin, dessen genetische Behandlung der Entwickelungslehre zur historischen Methode im weitern Sinn gehört. Im großen und ganzen bekennt er sich zur Lehre Darwin's und erklärt die eigentliche Schöpfung als einen negativen Begriff, welcher vom philosophischen Standpunkt aus lange vor Darwin unhaltbar gewesen sei. Es ist auch in der That dieser Begriff nichts als die Umgehung einer wissenschaftlichen Erklärung. Gleichzeitig aber macht Sidgwick auf das entschiedenste Front gegen den Satz: es habe die Entwickelungslehre den alten Glauben an die Unsterblichkeit der Seele beseitigt. Er sagt: »Wäre die Biologie zu diesem Ergebnis gelangt, so müßte ich anerkennen, daß sie mit einem schrecklichen Erfolge in unser Studium des Menschen und seines Schicksals eingegriffen hätte; allein diese ihr angemutete Großthat erscheint mir als gänzlich trügerisch« (a. a. O. S. 209).

Ob dieser Erfolg ein schrecklicher wäre, wie Henry Sidgwick sagt, ist eine Frage, auf die wir später zurückkommen. Die Wichtigkeit der Sache erkennen wir vollkommen an. Henry Sidgwick ist es mit der Begründung der Moral voller Ernst, und es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Begründung anders ausfällt, wenn wir mit dem physischen Tode des Individuums auch dessen psychisches Dasein enden lassen, als wenn wir seiner Seele Unsterblichkeit zuschreiben. Allein dieser Unterschied ist nur dann ein sehr großer, wenn wir mit dieser Unsterblichkeit eine Erinnerung nach dem Tode verbinden, die Einrichtung der Welt als

eine zweckmäßige erkennen und die menschlichen Geschicke durch einen Schöpfer lenken lassen, der in einer andern Welt durch Bestrafung des Bösen und Belohnung des Guten die unvermeidlichen, sogenannten Ungerechtigkeiten dieses Lebens ausgleicht. Eine solche Vervollständigung des Begriffs Unsterblichkeit kennt aber nur die positive Religion, und was die spekulative Philosophie nach dieser Richtung zu Tage fördert, ist von alledem ein kaum wahrnehmbarer Schatten. Sidgwick selbst läßt mit dem »speziellen Schöpfungsakt« (a. a. O. S. 208) den Schöpfer fallen; mit diesem fällt aber auch nicht nur die Zweckmäßigkeitslehre und die ihr entsprechende Vorsehung, sondern überhaupt die ganze Möglichkeit, den Menschen als ein toto genere verschiedenes, ganz eigenartiges Wesen aufzufassen.

Doch hören wir ihn selbst. Unmittelbar nach der oben citierten Stelle fährt er folgendermaßen fort: Ich gebe zu, daß die gewöhnliche Auffassung der zweifachen Menschennatur eine gewisse Schwierigkeit bietet, herrührend von der allmählichen Entwickelung des physischen Organismus und zwar aus einem Teil organisierter Materie, welchem eine Seele nicht zugeschrieben werden kann; allein diese Schwierigkeit, meine ich, hat sich immer in ihrer ganzen Stärke dargeboten bei der bekannten Geschichte jedes einzelnen Organismus, und ich sehe nicht ein, daß sie wesentlich gesteigert wird durch die vollständigste Annahme einer ähnlichen allmählichen Entwickelung der menschlichen Art. Der Prozeß, durch welchen der, wie man zugibt, seelenlose Organismus heranwächst zu einem, wie angenommen wird, beseelten, ist ein unbeschreiblich rascherer beim Individuum; aber ich sehe nicht ein, wie dieser Unterschied in der Zeit der Veränderung von Einfluß sein könne auf die Schwierigkeit, zu begreifen, wie die Verbindung der unsterblichen Seele mit dem stufenweise sich verändernden materiellen Organismus ihren Anfang nehme? Ich schließe also: daß die historische Methode, angewendet auf die Anthropologie auf Grundlage der Lehre Darwin's, das Problem der Wechselwirkung zwischen Geist und Materie dort läßt, wo es war« (S. 209).

Wir machen zwar einen großen Unterschied zwischen der Möglichkeit, den Menschen auf Grund eines speziellen Schöpfungsaktes als ein toto genere von allen übrigen Geschöpfen verschiedenes Wesen zu betrachten, und der durch die Entwickelungslehre geschaffenen, diese Möglichkeit ausschließenden Sachlage; aber wir nehmen keinen Anstand, zuzugeben, daß, wenn ein Denker von der Bedeutung Henry Sidgwick's es unternimmt, auf solcher Grundlage einen neuen Spiritualismus zu konstruieren, es nicht an Philosophen fehlen wird, welche, und wär's auch nur, um dem ihnen unerträglichen Gedanken der subjektiven Vernichtung zu entrinnen, zur Annahme einer solchen, fast möchten wir sagen, gottlosen Unsterblichkeit sich bequemen. Allein wenn auch einige Philosophen diesen Spiritualismus so weit entwickeln sollten, daß sich ihnen eine ethische Grundlage daraus ergäbe: weiter als zu einer bloßen Schule brächten sie es nicht; denn das ist undenkbar, daß ein so dünner Faden wie der, an welchem da die andere Welt hinge, der Moral zu einem Ankertau würde, welcher sie im Herzen der Menschheit festen Boden fassen ließe. Um diesen Punkt allein dreht sich für uns

die ganze Frage. Was Sidgwick braucht, ist eine andere Welt. Ohne eine solche hat für ihn die Moral keinen Halt und gilt auch für ihn das paulinische: »Laßt uns essen und trinken, denn morgen sterben wir.« Jedoch der Felsen, auf welchen der Apostel baute, war der Glaube. Wir verstehen diesen Standpunkt und fragen nicht erst, ob auf einen bloßen Glauben ein sicherer Verlaß sei? Das feste Vertrauen in eine Verheißung ist auch Glückseligkeit, und die etwaige Nichterfüllung der Verheißung von geringerem Belang in einem Fall, in welchem der Schmerz der Enttäuschung niemals eintreten kann, weil bei fehlschlagender Unsterblichkeit dem Betreffenden die Enttäuschung gar nicht zum Bewußtsein kommt. Wir lassen demnach die Bedeutung des Glaubens in Ansehung des moralischen Verhaltens voll gelten.

Allein unserer Ansicht nach ist die Zeit des Glaubens im Schwinden und eine andere Begründung der Sittlichkeit unentbehrlich. Unser Standpunkt ist sehr einfach. Wir sagen: sobald ein Glaube seine Kraft verloren hat, so sind alle Vorschriften, die auf ihn allein sich stützen, hinfällig; denn es besteht, um sie zu beobachten, kein zwingender Grund. Man darf nicht damit sich beruhigen, daß die zahlreichen Volksschichten, welche durch die Sorge um die Beschaffung des Lebensunterhaltes von gründlicheren ethischen Studien abgehalten werden, in der Religion einen Trost finden, welchen kein Wissen ihnen zu ersetzen vermag, und daß sie dabei mehr oder weniger vielleicht immer bleiben dürften. Die Kirchen werden alles aufbieten, um sich zu erhalten, und ihre Dauer ist unabsehbar. Allein wir haben die mittleren und höheren Schichten der Bevölkerung, die vielen Gebildeten und unzählbaren Halbgebildeten im Auge, welche den Glauben für immer verloren haben. Durch ihre Stellung und ihre materiellen und geistigen Mittel sind sie der Gesellschaft weit gefährlicher als die unteren Schichten. Meinen sie, es sei die ganze Sittlichkeit ein Wahn, sobald es keine andere Welt gebe, in welcher der Gute belohnt, der Böse bestraft wird, dann gibt es für ihre maßlosen Begierden keine andere Schranke, als welche der Staat mit seinen Gesetzen und Strafsanktionen um sie zieht. Aber nicht nur reicht mit seinen Mitteln der Staat nicht aus: es gibt ganze große Partien der Lebensführung, welche gar nicht in den Bereich der staatlichen Wirksamkeit gehören; der den Grundsätzen des Staates gemäß lebt, lebt einfach legal; das Feld der Sittlichkeit ist ein ganz anderes, und will der Staat ein wahrhaftiger Rechtsstaat sein, so haben seine Bürger als sittliche Menschen sich zu erweisen. Daß — unserer Ansicht nach — mit der Entwickelung des Menschen, wie sie sich in der Gemeinschaft, die er in der Not des Daseinskampfes mit seinesgleichen eingegangen hat, darstellt, ein Sittlichkeitsbegriff gegeben ist, welcher den Sinn und die Wahrheit der im Verlaufe der Zeit entstandenen Moral bildet, daher der Moral überhaupt zur unerschütterlichen Grundlage dient und sie fort und fort läutert, gehört nicht hierher. Wir fragen nur, ob es den heiligsten Interessen des Menschen förderlich sein kann, auf spekulativem Wege oder gar auf den abenteuerlichen Bahnen der Mystik — es gibt nur diese zwei — nach einer anderen Welt zu suchen und, um diesen Bestrebungen Sympathien zu gewinnen, mit

dogmatischer Unfehlbarkeit den Satz aufzustellen: ohne eine andere Welt gebe es nur Laster, Zerstörung und Niedergang? Wir meinen, es sei unschwer einzusehen, welche verderblichen Folgen es für die Zivilisation haben müßte, wenn dieses Dogma in den Herzen der Menschen allgemein Wurzel fassen, dagegen das Vorhandensein einer anderen Welt doch nicht als über jedem Zweifel erhaben dargelegt werden sollte.

Hier müssen wir, um unseren Gedanken ganz ausdenken zu können, die Besprechung der spekulativen, echten Philosophie, zu deren hervorragenden Vertretern Henry Sidgwick gehört, abbrechen, und erst unter den Spiritisten uns umsehen, die zwar auch herrliche Geister in ihrer Mitte haben, aber eben mit Hilfe dieser ihre abergläubigen Träumereien in einer Weise verbreiten, die den Weg des Wissens bereits unsicher macht. Wir beginnen mit einem Namen von bestem Klang. Wer kennt nicht Wallace, der gleichzeitig mit Darwin den Grundgedanken der Entwickelungslehre ausgesprochen hat? Darwin wollte ihm den Vorrang zuerkennen, aber Wallace verzichtete auf diese Ehre. Vielleicht schauderte ihn bei dem Gedanken, die Verantwortung zu tragen für die Folgen, welche einem Gelehrten seines Schlages auf den ersten Blick aus der neuen Lehre sich ergeben mußten; vielleicht auch hatte bei seinen spiritistischen Neigungen sein Bild der Entwickelungslehre ein anderes Antlitz als Darwin's Auffassung, in der es nicht Raum gibt für das leiseste organisierende Prinzip. Wie dem auch sei: den naturwissenschaftlichen Arbeiten dieses Forschers ist durch den Reichtum des Inhaltes, die feine Beobachtungsgabe und die reizende Darstellungsweise ein bleibender Platz unter den vorzüglichsten Leistungen gesichert. Sein Spiritismus hatte lange Zeit nichts Aufdringliches; und als einen rein subjektiven Charakterzug, der die Objektivität des Urteils nirgends trübte, konnte man ihn leicht mit in den Kauf nehmen. Ist dies aber noch möglich, wenn Wallace in seinem mitunter gewiß vortrefflichen Essay: Harmony of Science and Spiritualism — deutsch im Februarheft 1886 der Monatschrift Sphinx (Leipzig, Th. Grieben's Verlag, S. 85 ff.) erschienen, wonach wir auch citieren werden — auf die Bedeutung des Spiritualismus in betreff der Sittlichkeit in einer Weise zu sprechen kommt, die jeder nicht spiritualistischen Weltanschauung die Befähigung streitig macht, zur einfachsten Nächstenliebe sich zu erheben?

Um jedem Mißverständnis vorzubeugen, wollen wir uns mit unseren Gegnern, ehe wir fortfahren, über ein paar Begriffe einigen. Verstehen wir unter den zu gebrauchenden Worten nicht dasselbe, so hat die Polemik keinen ernsten Zweck. Wir sind demnach bereit, den Spiritismus, insofern er mit übersinnlichen oder metaphysischen Dingen sich beschäftigt und deren Vorhandensein behauptet, Spiritualismus zu nennen. Und da für diese modernen Spiritualisten jede Weltanschauung, welche alles metaphysischen Hintergrundes entbehrt, Materialismus ist, so acceptieren wir bei solcher Erweiterung des Begriffes die Bezeichnung Materialist auch für unsere Person. Daß wir nicht unter die naiven Materialisten gehören, weiß jeder, der uns die Ehre erweist, unsere Schriften zu lesen, und aus diesen unseren Realidealismus kennt. Es ist aber dieser

Unterschied nicht von Belang für jene, welchen jede nicht metaphysische Richtung als schlechtweg materialistisch gilt. Zudem handelt sich's hier um einen Fall, in welchem dem Materialismus überhaupt ein Unrecht zugefügt wird, und in solchen Fällen drängt es uns immer, mit den Vertretern der uns am nächsten stehenden Denkrichtung Schulter an Schulter zu kämpfen. Es wäre uns auch in der That leichter — wenn schon die Wahl getroffen werden müßte — für einen eigentlichen Materialismus, denn für einen eigentlichen oder diesen uneigentlichen Spiritualismus uns zu entscheiden. Es würde einfach als eine Feigheit uns erscheinen, wollten wir vor den Angriffen des kombinierten Mystizismus, Spiritismus und Spiritualismus hinter unseren Idealismus uns verschanzen, als gingen diese Angriffe uns nichts an. Sie gehen uns ganz besonders an, insofern wir vornehmlich mit Ethik uns beschäftigen und unsere Weltanschauung weder etwas Transscendentes noch etwas im modernen Sinn Transscendentales kennt.

Wir citieren eine längere Stelle aus dem genannten Essay von Alfred R. Wallace, damit sein ganzer Gedanke klar hervortrete. Die Stelle lautet: »Schließlich bietet uns die übersinnliche Weltanschauung eine heutzutage sehr entbehrte Grundlage für ein System der Sittlichkeit, für eine wahre Ethik. Wir lernen durch dieselbe, daß unser Erdenleben nicht nur etwa eine Vorbereitung ist für einen höheren Zustand fortschreitender geistiger Entwickelung, sondern daß gerade das, was wir sonst als die schlimmsten Seiten dieses Lebens aufzufassen uns gewöhnten, sein alles verstörender Lärm und seine Leiden aller Wahrscheinlichkeit nach die einzigen Mittel sind, um in uns jene höchsten Fähigkeiten unserer Seele zu entfalten, welche Paulus in dem Worte »Liebe«, heutige Morallehrer als »Selbstlosigkeit« zusammenfassen, und von denen jeder zugibt, daß sie in uns ausgebildet und bis auf das Äußerste gesteigert werden müssen, wenn wir wirkliche Fortschritte zu einer höheren Stufe des sozialen Lebens machen wollen. Die materialistischen »Philosophen« können uns keinerlei stichhaltigen Grund angeben, warum wir solche Tugenden üben und erstreben sollten. Wenn, wie sie uns lehren, unser Leben mit unserem Bewußtsein dieses »materiellen« Leibes endet, und wenn schließlich auch die ganze Menschheit eines spurlosen Unterganges sicher ist, so ist nicht einzusehen, warum wir uns das Opfer des selbstlosen Strebens solcher Nächstenliebe auferlegen sollten. Welche Beweggründe wären da wohl stark genug, um jene zahlreichen Volksklassen, welche in selbstsüchtigen Vergnügungen ihre ganze Unterhaltung und den Zweck ihres Lebens suchen, von diesem blinden Treiben abzuziehen? Lehrt man dagegen alle Menschen schon von ihrer Kindheit an, daß das ganze stoffliche Weltall nur da ist zu dem ausschließlichen Zweck, um Wesen zu entwickeln, welche jene hohen geistigsittlichen Eigenschaften an sich tragen, daß Übel und Schmerz, Unrecht und Leiden alle auf dasselbe Ende abzielen, und daß die Charaktere, welche wir in uns entwickeln, unbegrenzt weiter fortschreiten zu einem immer edleren und glücklicheren Dasein, und zwar in eben dem Verhältnis, wie wir unsere höheren sittlichen Eigenschaften in dem gegenwärtigen Leben ausbilden — wenn alles dies gelehrt wird, nicht als ein

System von Dogmen, die auf blinden Glauben an die Autorität von unbekannten alten Schriftstellern angenommen werden sollen, sondern als begründet auf unmittelbare Erkenntnis der übersinnlichen Welt und auf die Lehren, die auf diese Weise fortgesetzt gewonnen werden: dann erst lebt in unserer Mitte eine Macht, die nach Gerechtigkeit trachtet« — (a. a. O. S. 93 u. 94).

Würde wohl jemand in diesen mehr als gewagten Sätzen den besonnenen Forscher wiedererkennen, welchem wir »den Malayischen Archipel«, die »Beiträge zur Theorie der natürlichen Zuchtwahl« u. s. w. verdanken? Der Schluß des letzteren Werkes ist gegenüber dieser Abhandlung nur eine poetische Schwärmerei. Hier handelt sich's um eine Verwechselung des bloßen Wunsches mit dem wirklichen Besitz, wie sie stärker kaum gedacht werden kann. Außer einigen ganz unwissenschaftlichen Werken meist sehr zweifelhaften Ursprungs, die nichts anderes sind als »Systeme von Dogmen, die auf blinden Glauben an die Autorität von unbekannten alten Schriftstellern angenommen werden sollen;« wo sind die Behelfe, durch welche wir erfahren, daß »die schlimmsten Seiten dieses Lebens« — »aller Wahrscheinlichkeit nach die einzigen Mittel sind, um in uns jene höchsten Fähigkeiten unserer Seele zu entfalten?« Haben Geister aus dem Jenseits oder als deren Vermittler fungierende Medien je in befriedigender Weise über die Ordnung der natürlichen Dinge, über geistige Entwickelung und die Verhältnisse der anderen Welt sich ausgesprochen? Was soll uns überzeugen: »daß das ganze stoffliche Weltall nur da ist zu dem ausschließlichen Zweck, um Wesen zu entwickeln, welche jene hohen geistigsittlichen Eigenschaften an sich tragen?« Wo gelangen wir zu einer »unmittelbaren Erkenntnis der übersinnlichen Welt?« Wenn die Kinder dies alles nicht bloß glauben sollen, dann müssen sie als Erwachsene Gelegenheit haben, von der Richtigkeit des in der Jugend empfangenen Unterrichts sich selbst zu überzeugen. Den Kindern, ja selbst Erwachsenen einen Aberglauben beizubringen, ist nicht schwer. Aus den vielen Berichten über Doppelgängerei, citierte Verstorbene und spukhafte Erscheinungen in Verbindung mit ein paar gelungenen spiritistischen Experimenten läßt sich eine Art Geisterwelt konstruieren, und der Schluß von dieser auf eine Art Jenseits ist für die, welche daran glauben, ein logischer. Zur Verbreitung dieser Annahme bringen es die modernen Spiritualisten; aber über die Art des Jenseits liegen nur wenige und noch dazu meist läppische Kundgebungen vor, die wohl über den durchschnittlich sehr niederen Bildungsgrad der darüber berichtenden Medien, nicht aber über die andere Welt Aufschluß geben. Auf die Frage, woher dies komme und wieso der Somnambulismus, Spiritismus u. s. w. über das Jenseits nichts verrate und mit Ausnahme von einigen Heilungen in praktischer Beziehung nichts leiste — lautet die Antwort: Gott lasse es nicht zu. Und eine solche Wissenschaft soll berufen sein: »jene zahlreichen Volksklassen, welche in selbstsüchtigen Vergnügungen ihre ganze Unterhaltung und den Zweck ihres Lebens suchen, von diesem blinden Treiben abzuziehen?« — Angenommen, wenn auch nicht zugegeben, daß die spiritualistischen Experimente eine Fortdauer der Seele nach dem Tode des Leibes erweisen; — wo

steht's geschrieben, welche Worte im ewigen Buche der Natur verbürgen uns, daß im Jenseits die armen Seelen nicht ein elendes Dasein führen? Nach den mediumistischen Kundgebungen wenigstens jedenfalls ein sehr armseliges. Und ein solches Ergebnis — die edlen Gefühle und Bestrebungen eines Wallace, die uns heilig sind, gehören auf ein anderes Blatt — ein solches Ergebnis soll die Tugend anfeuern und die Grundlage bilden, die »heutzutage sehr entbehrte Grundlage für ein System der Sittlichkeit, für eine wahre Ethik«?

Dieses »sehr entbehrt« sagt uns nur, daß auch Wallace zugibt, der religiöse Glaube reiche heutzutage nicht mehr aus, um der Moral eine hinreichende Stütze zu bieten. Es ist so; von allen Seiten wird dies zugegeben, und da soll aus der Not dieser Spiritualismus helfen, der einen noch viel stärkeren Glauben voraussetzt? Wallace meint übrigens, der Einwendung: daß bei seinen Annahmen die Naturgesetze nur insoweit Geltung hätten, als es den Geistern nicht gefallen würde, störend einzugreifen — damit zu begegnen, daß er sagt, derlei Fälle seien höchst selten und die daraus gewonnene Folgerung, auf die Wissenschaft wäre dann kein fester Verlaß mehr, erscheine ihm als »ungefähr ebenso verständig, wie wenn man behaupten wollte, der Ackerbau sei unmöglich, weil gelegentlich Hagelschläge eine Ernte zu zerstören oder Wirbelwinde dieselbe zu schädigen pflegen oder wenn man alle astronomischen Beobachtungen aufgeben wollte, weil möglicherweise einmal ein Erdbeben oder Erschütterungen des Bodens, die man nicht vorherzusagen vermag, die Lage der Instrumente stören könnten« (a. a. O. S. 88). Bei dieser Logik hat auch ein fremder Geist, ein das Wissen sich unterordnender Glaube eingegriffen, ohne daß es dem Denker zum Bewußtsein gekommen wäre. Du Prel, dem wir auch einige Entgegnungen widmen werden, ist sich klarer betreffs der Rolle, die beim Spiritualismus der Glaube spielt; sonst könnte er nicht die Skeptiker mit den Worten abfertigen: um zu glauben, müsse man eben glauben wollen. Dieser feingebildete Logiker weiß genau, was der Glaube ist und wie der Wille zu ihm sich verhält. Der moderne Spiritualismus hat bereits den Versuch gemacht, mit dem Christentum sich zu verweben, um gleichzeitig sich einen konkreten Inhalt zu geben und den Kreis seiner Gläubigen zu erweitern. Allein die Kirche hat dazu wie zu einem bösen Scherz sich verhalten, und mit raschem Blick hat Du Prel als den richtigen Bundesgenossen die Mystik erkannt. Mit dem Spiritismus allein geht's nicht, weil er oft bei aller Vorsicht die kompromittierendsten Streiche spielt.

Die Redaktion des deutschen Hauptorgans für übersinnliche Weltanschauung, der oben citierten Monatschrift Sphinx, geht allerdings unbarmherzig streng gegen die falschen Propheten vor und versäumt — um das Vertrauen der Leser lebendig zu erhalten — keine Gelegenheit, alle Solidarität mit jenen abzulehnen, welche mit dem spiritualistischen Experimentieren Mißbrauch treiben. Da sie aber leider von einem Mißbrauch erst weiß, wann eine eklatante Entlarvung stattfindet, so nimmt sie oft ganz wunderbare Mitteilungen auf. Im Juniheft 1886, S. 391 ff., lernen wir eine gemütliche Familie kennen, bestehend aus Vater, Mutter,

Sohn und Tochter, welche sich die Abende mit spiritualistischen Schwänken vertreibt und von abgeschiedenen Freundinnen Medaillons, Blumen und Bänder, selbstverständlich bei ausgelöschten Lichtern, auf den Tisch legen läßt. Entzückt über das »Erleben solcher Bringungen«, aber damit noch nicht zufrieden, kommt die Mutter auf den Gedanken, auch mit einer Sendung ins Jenseits es zu versuchen. Am 16. Mai 1884 wurden für die Geister Maria und Fernande zwei Rosen auf den Tisch gelegt und die Lichter ausgelöscht. Nach zwei Minuten wurden die Lichter wieder angezündet, und siehe da, zur freudigsten Überraschung aller waren die beiden Rosen verschwunden, war auch »das Gegenteil einer Bringung« — wie man dies im spiritualistischen Jargon zu nennen scheint — gelungen. Beim Abendessen langte sogar mittels Klopflauten im Speisetisch der Dank für die gespendeten Rosen ein, und bei einer Sitzung, welche am 23. Mai desselben Jahres stattfand, erblickte der Sohn Karl, welcher der begabteste dieser vier zu sein scheint, »hellsehend« die beiden Geister mit den gespendeten Rosen geschmückt. Wir würden dieses an sich besonders einfachen Wunders nicht Erwähnung thun, wenn nicht infolge einer Bemerkung, welche offenbar nicht unbeantwortet bleiben konnte, die Redaktion der Sphinx im folgenden Juliheft, S. 67, die förmliche Erklärung abgegeben hätte: »dafür, daß in dem von uns dargestellten Falle keine absichtliche, bewußte Täuschung vorliegt, sind wir bereit einzustehen.« Es erinnert uns dies an einen Pariser Prediger, der zur Zeit der Gironde großes Aufsehen machte und, von einer geistvollen Dame gefragt, weshalb er, der doch ein so bedeutender Redner sei, manchmal besonders platte Argumente vorbringe, zur Antwort gab: mein Publikum ist ein sehr gemischtes; ich muß zum Verständnis aller sprechen, und glauben Sie mir, auf dieser Rücksicht beruht großenteils mein allgemeiner Erfolg. — Nach dem Inhalt zu urteilen, muß auch der Leserkreis der Sphinx ein sehr gemischter sein. Unter den Beispielen, welche das geistige Leben charakterisieren, findet sich auch das einer magnetischen Heiligen, die im Zustand der Ekstase auf einer Dachrinne sitzt, von welcher sie nicht getragen werden könnte, würde nicht durch die ekstatische Begeisterung ihr Gewicht um ein bedeutendes verringert (Juliheft S. 53). Durch das bloße Faktum halten wir zwar die Verringerung des Gewichts noch nicht für erwiesen, wohl aber die Festigkeit der Dachrinne und die Seltsamkeit des Geschmacks an höheren Genüssen, die übrigens in dieser Form beim animalisch magnetischen Somnambulismus häufig vorkommen soll.

Selbstverständlich ist diese etwas derbe Kost nicht für die feineren Partien des Leserkreises bestimmt, welche die in Aussicht gestellte Begründung der Sittlichkeit ernst nehmen und nach erbauenden Aufschlüssen über das metaphysische Leben verlangen. Da, wie gesagt, der Versuch einer Amalgamierung mit dem Christentum — die Lieblingsidee eines Herrn Casprowicz — mißglückt ist und die zahllosen Mitteilungen aus dem Munde von Klopfgeistern, Somnambülen, Medien u. s. w. über ein krankhaftes Einerlei nicht hinauskommen; so blieb nichts übrig, als an die indische Gottesgelahrtheit sich zu wenden, und da haben denn die Gründer der neuen Monatschrift einige Mitarbeiter buddhistischen

Glaubensbekenntnisses gewonnen, deren Aufsätze nun aus englischen Zeitschriften übersetzt werden. Der Wunsch, mit der vielgerühmten Geheimwissenschaft der indischen Theosophen — höhere Mystiker — etwas näher bekannt zu werden, hat auch uns veranlaßt, für ein Jahr die Sphinx zu abonnieren. Man lernt nie aus; was vielleicht darum so wahr ist, weil man meist wenig lernt, wie es leider hier wieder der Fall ist. Der erste Artikel dieser Art, das Lebenselixier, hat gleich im Eröffnungsheft uns überrascht, fast möchten wir sagen, enttäuscht. Es ist nur eine Anleitung, durch eine vernünftige Lebensweise den Aufenthalt auf dieser Erde zu verlängern, und bringt gleich auf der ersten Seite (55) den schroffen Satz, daß die eigentliche Unsterblichkeit »eine ebenso physische als metaphysische Unmöglichkeit« sei. Wallace dürfte mit dieser Kauserie kaum zufrieden sein; aber auch im zweiten Essay, den das Juniheft bringt und der keinen Geringern zum Verfasser hat als den Hohenpriester vom Adams Peak in Ceylon, dürfte er für seine metaphysischen und ethischen Zwecke nichts Brauchbares finden. Es sind die bekannten buddhistischen Anschauungen, nach welchen zwar, bald durch Seelenwanderung, bald durch Wiedergeburt das individuelle Leben verlängert wird, aber nur als eine Pein, welcher ein Ende zu machen der eigentliche Lebenszweck ist. Diesen Zweck, nämlich zuletzt wirklich zu sterben, erreicht man nur durch die höchste Übung der Tugend. Niemand hat dies in neuester Zeit vollständiger dargestellt als Philipp Mainländer in seiner »Philosophie der Erlösung«, besonders im zweiten Teil, der von Seite 73—188 damit sich beschäftigt und in schriftstellerischer wie in gelehrter Beziehung gleich vollendet ist. Die Nächstenliebe gilt dem Buddhismus als eine der heiligsten Pflichten; allein ihr mildes Antlitz ist in Trauer gehüllt: sie entspringt nicht dem Willen zum Leben und wünscht im Herzen allen den Tod. Jeder trachtet, wenig Lebenssorgen auf sich zu laden, womöglich keine Familie zu haben, um ohne irgend eine Pflichtverletzung bald in die Einsamkeit sich zurückziehen und durch andächtige Konzentration der künftigen Vernichtung sich nähern zu können. Mit jedem, der in diese Vereinsamung flüchtet, verliert die Nächstenliebe ein hilfebringendes Herz. Wie warm erscheint uns dagegen die Nächstenliebe vom Standpunkt des Willens zum Leben! Das ist die Stimme der Natur, welcher die Verneinung dieses Willens widerspricht. Allein die Lehre, die uns der Hohepriester vom Adams Peak vorträgt, kennt noch ganz andere Widersprüche, z. B. daß die geistige Wesenheit des Menschen in ihrer mystischen Einheit mit Gott zwar »aller Eigenschaften des Begriffs Persönlichkeit vollständig bar ist, dennoch aber in gewisser Weise individuell gedacht wird«. Und wenn wir in diesem Zusammenwerfen unvereinbarer Gegensätze einen Mangel an Unterscheidung erblicken, so erhalten wir zur Antwort: »daß die europäischen Sprachen lediglich der Ausdruck des Intellektes der westlichen Völker unserer Rasse sind, und daß diese Völker noch unendlich weit in ihrer intuitiv geistigen Entwickelung zurück sind« (Sphinx, Juliheft 1886, S. 39). Es nimmt uns nicht Wunder, daß Ernst Haeckel, der kürzlich den Adams Peak bestiegen, um diesen Hohenpriester gar nicht sich gekümmert hat. Sripada, das Heiligtum, zu welchem die frommen Pilgerscharen emporsteigen,

ist ein unförmlich kolossaler, dem Felsen eingeprägter Fußabdruck, welchen die braunen Singhalesen dem Buddha, die schwarzen Malabaren dem Siva, die arabischen Mohammedaner dem Adam zuschreiben. Was unseren Materialisten bei diesem Kultus fesselte, war die brüderliche Eintracht, in welcher Singhalesen, Malabaren und Araber nebeneinander demselben Priester ihre Andachtspenden darbrachten — »beschämend namentlich für die verschiedenen christlichen Sekten, die sich mit größter Intoleranz befehden« (Indische Briefe, Deutsche Rundschau X. 1. S. 68).

Die Weisheit, welche der Hohepriester, die Sphinx sagt gar der oberste Hohepriester Sumangala auskramt, kann nicht nach dem Geschmack eines Wallace sein, dessen Sehnsucht nach einer anderen Welt wir ja begreifen. Seine Naturauffassung ist bis in die letzte Fiber vom Willen zum Leben beseelt. Nicht weniger zollen wir dem Adel seiner Sittenlehre volle Anerkennung. Wir fragen nur: wo sind die Anhaltspunkte, welche der Spiritismus bietet und auf die hin wir zur Kenntnis einer Fortdauer nach dem Tode gelangen, welche für die Moral von entscheidender Bedeutung ist? In der bloßen Erwartung, daß aus den spiritistischen Experimenten der thatsächliche Beweis einer Unsterblichkeit hervorgehe, die für sich allein den Menschen bestimmt, mit Freuden für das Wohl des Nächsten sich aufzuopfern und in heiliger Ergebung allen Schmerz und alle Not des Lebens zu ertragen; — in dieser bloßen Erwartung zu fordern, daß der Mensch auf die Führung der wissenschaftlichen Erfahrung verzichte, weil, außer vom Standpunkt des Spiritualismus, Wohlwollen, Liebe, Treue, Gemeinsinn, Gerechtigkeit, Ehrenhaftigkeit, Vaterlandsliebe u. s. w. nichts sind als haltlose Wahnvorstellungen — ist nach unseren Begriffen unverantwortlich. Glücklicherweise durchdringt den ganzen Menschen ein unvertilgbares Streben nach Glückseligkeit und hat naturnotwendig der Gang des Lebens den Wert der echten Wissenschaft längst klargelegt. Den Irrtum wird es freilich immer geben, wie für den Einzelnen, so auch für die Massen; aber eben weil der Irrtum unzertrennlich ist vom Fortschritt, ist er so gefährlich nicht, als man auf den ersten Blick meint. Um die Wissenschaft bangt uns sowenig als um die Menschheit; allein schmerzliche Hemmungen der Entwickelung können eintreten, bei welchen der Schmerz einen sehr hohen Grad erreichen muß, eh' aus ihm die überwindende Kraft hervorgeht. Ersterben wird der Spiritismus nie, weil der Irrtum niemals ausstirbt und dieser Irrtum für viele ein gutes Geschäft ist; aber die überschäumende Strömung, die in neuester Zeit so auffallend sich breit macht, wird sich wieder verlieren, weil jede Übertreibung ihr sicheres Korrektiv in sich trägt.

Fragen wir uns, warum der moderne Spiritualismus so übermäßig sich anstrengt, den Beweis zu erbringen — doch nein, dies versucht er nicht einmal — warum er mit aller Energie behauptet: einer nicht spiritualistischen Philosophie sei es unmöglich, der Sittlichkeit eine feste Grundlage zu schaffen? — so finden wir die Antwort nicht gleich. Wir begreifen dies von der Kirche, die zu einer Art Alleinpächterin der Moral sich emporgeschwungen hat und sich gefährdet fühlt in dem Amte, welches ihr das Gewissen des Menschen in

die Hand spielt. Die Kirche hat dabei viel zu verlieren, während der Spiritismus nichts dabei verliert und der Spiritualismus die Sache nur besser zu machen braucht als der Materialismus, um sich glänzend zu behaupten. Der uns auf die richtige Antwort gebracht hat, ist der geistvolle, in neuester Zeit leider ebenso leidenschaftliche als geistvolle Du Prel. In seinem »Kampf ums Dasein am Himmel« ist er energisch für die Lehre Darwin's eingetreten; aber ein gewisses, bald bewältigtes, bald mehr bald minder sich wieder geltend machendes Hinneigen zur »Philosophie des Unbewußten« hat ihn auf mystische Höhen verlockt, von welchen aus er den Spiritismus überblickte und fand, daß er eine Zukunft habe. Es ist richtig, daß vielleicht noch keine Zeit dem Spiritismus und der aus ihm sich entwickelnden neuen Gestaltung des Spiritualismus so günstig gewesen ist wie die gegenwärtige. Sie ist besonders reich an sogenannten Medien; der wieder entdeckte Hypnotismus scheint auf den ersten Blick ganz geeignet, dem Mesmerismus wieder auf die Beine zu helfen, und das sogenannte Gedankenlesen imponiert der Menge trotz Preyer's Nachweis, daß gar nichts Übersinnliches dabei im Spiel und daß es, wenn von der Berührung Umgang genommen wird, ein bloßes Erraten ist, welches nicht öfter zutrifft, als, wie die Wahrscheinlichkeitsrechnung lehrt, das Erraten überhaupt zutrifft (W. Preyer: Die Erklärung des Gedankenlesens, Leipzig 1886[1]). Die Gefahr, daß die plötzlich so lebhaft gewordene Bewegung plötzlich wieder einschlafe wie seinerzeit der Paroxysmus des Tischrückens, ist trotz alledem und alledem keine eingebildete. Da gilt's, das Eisen schmieden, so lang es warm ist, und ein gar nicht übles Mittel, die Hasenherzen, an welchen nie ein Mangel ist, einzuschüchtern und vielleicht für die spiritualistische Richtung zu gewinnen, ist der Aufruf: die Moral ist in Gefahr; der Materialismus untergräbt alle ihre Fundamente; der Einzige, der sie retten kann, ist der Spiritualismus. — Die Entschiedenheit, mit welcher Du Prel diesem Aufruf Worte leiht, ist allerdings erklärt, wenn man die Äußerung liest: »Ich bin niemals in meiner Zuversicht herabgestimmt worden, und habe schon oben erklärt, warum dieser Fall bei mir überhaupt nie eintreten kann« (Sphinx, Maiheft 1886, S. 352). Allein mit dieser Erklärung ist uns nicht geholfen, da es sich bei ihm nicht um die bloße Entwickelung einer Ansicht, sondern um einen Angriff handelt. Es bleibt uns nichts übrig, als eine kleine Blumenlese aus seinen neuesten Kundgebungen hierherzusetzen, auf daß jeder sich überzeugen könne, daß es einfache Notwehr ist, was zu dieser Abwehr uns bestimmt.

Im Juniheft 1886 der eben wieder genannten Monatschrift sagt Du Prel S. 365: daß »der ins praktische Leben übergreifende Materialismus unerträglich verrottete Zustände geschaffen« hat. Dies ist noch verhältnismäßig milde. Aber ebenda S. 369 heißt es: »Schopenhauer hat es prophezeit, daß der theoretische Materialismus uns zum praktischen Bestialismus führen wird, was wir an den Anarchisten jetzt

[1] Vergl. Kosmos 1886 I. S. 229.

schon sehen können« — und gleich auf der folgenden Seite: »Aus den Übeln des Materialismus schließe ich auf die Verlogenheit der Weltanschauung.« Endlich sagt er in seinem »Problem für Taschenspieler« — Deutsche Bücherei Nr. XXXIX, Breslau, Schottländer, S. 25 — daß »die Blüten des Materialismus sich in den Attentaten, Dynamitsprengungen, Börsenkrachen und im Massenbestialismus zeigen«. Das ist keine wissenschaftliche Polemik mehr, das heißt zu deutsch: nach der Polizei rufen. Wie will er aber beweisen, daß all die Anarchisten, Attentäter, Dynamitler, Börsenschwindler, Massenverbrecher und all die Bestien, welche ihm da vorschweben, bei Materialisten in die Schule gegangen sind und nicht vielmehr ausschließlich christliche Schulen besucht haben? Würde das Letztere in unzweifelhafter Weise dargethan, so ließen wir es uns doch nicht einfallen, den Grund der Entartung im Christentum zu suchen. Wir würden einfach jene Unglücklichen als verwilderte Menschen betrachten, welche gar keinen oder einen schlechten Moralunterricht genossen haben, in böse Gesellschaft und mißliche Verhältnisse geraten sind u. s. w. Wird etwa von einem materialistischen Philosophen ein solches Geschick weniger beklagt als von einem spiritualistischen? »So kann es auch nicht gemeint sein« — wird da mancher denken — »ein Schriftsteller von der Liebenswürdigkeit Du Prel's kann da nur im Auge haben, was man die grobmaterialistische Lebensanschauung nennt, die vom krassesten Egoismus beherrscht wird.« Wir wären glücklich, wenn wir seinen Worten diese Deutung geben könnten, denn diesen Egoismus verurteilen auch wir. Allein in der Wochenschrift »Gegenwart« vom April 1886 — wir können weder das nähere Datum noch die Seitenzahl angeben, weil nur ein Bürstenabzug uns vorliegt, den Du Prel selbst uns gesendet hat — entwickelt er unter der Aufschrift »Materialismus und Moral« seine Anschauung in nicht mißzuverstehender Weise. Er gibt zu, daß es sittliche Materialisten geben könne, aber nur wenn sie von Natur so moralisch veranlagt sind, daß der angeborne Trieb (wir zweifeln, daß es einen solchen gebe) stark genug ist, um den Mangel an den allein wirksamen, d. h. auf Metaphysik beruhenden moralischen Grundsätzen zu überwinden. Er sagt wörtlich: »Der Materialist, dem weder die Welt noch der Mensch einen metaphysischen Hintergrund haben, besitzt als solcher weder Motive des Fortschritts noch Gegenmotive des Rückschritts.« — »Es liegt ein logischer Widerspruch darin, zu sagen, daß eine Mischung von Chemikalien, der Mensch, die Pflicht habe, sich zu bessern, und für sein Handeln verantwortlich sei.« — »Wer die Moral als Pflicht hinstellt, muß die metaphysische Naturordnung aufweisen, vermöge welcher sie Pflicht ist. Dazu ist allerdings noch keine Lösung des Welträtsels erforderlich, es genügt die des Menschenrätsels; aber diese ist unentbehrlich.« — Endlich sagt er von der Sünde, daß sie »nur lebensfähig ist auf der Grundlage einer falschen oder einseitigen, metaphysiklosen Weltanschauung«.

Mit dem Worte »Sünde« betritt Du Prel, strenggenommen, den religiösen Boden, wie er auch an anderer Stelle — wir wissen im

Moment nicht wo — von der Notwendigkeit einer »Wiederbelebung des Glaubens an die Metaphysik« spricht. Es haben auch, in der That, alle diese Ausfälle einen klerikalen Beigeschmack, was auch vom Witz mit den »Chemikalien« gilt. Doch auf solche Einzelheiten einzugehen, würde uns viel zu weit führen, und wir beschränken uns auf die Konstatierung der Behauptung: daß es für keine metaphysiklose Philosophie moralische Motive gibt. Moralische Motive gibt es aber nach Du Prel auch für den Spiritualismus nicht, so lange er nicht zum mindesten das Menschenrätsel löst. Wann wird er aber damit zu stande kommen? Bei den vielhundertjährigen Mißerfolgen der Metaphysik und dem Umstande, daß die neuesten Erfolge des Spiritismus und sogenannten animalischen Magnetismus über die alten Krankheitserscheinungen nicht hinauskommen, dagegen die überraschendsten Taschenspielerkünste nach einer ganz anderen Richtung hin über die Natur des Menschen Aufschluß geben, hat es ganz den Anschein, als wollte die Lösung dieses Rätsels noch sehr lange auf sich warten lassen. Solange dieses Rätsel nicht gelöst ist, hat Du Prel seiner eigenen Anschauung nach gar nicht das Recht, die Begründung der Sittlichkeit für den modernen Spiritualismus in Anspruch zu nehmen. Und es ist sehr zu besorgen, daß, bei dem äußersten Aufgebot von Professions- und Privatmedien und trotz allen Enthüllungen von seiten der indischen Geheimwissenschaft, die Sphinx, welche das Rätsel aufgegeben hat, die modernen Spiritualisten, ehe sie des sich versehen, unbarmherzig verschlingen wird. Es liegt in der Natur der Sache, daß sie im günstigsten Falle nur neue Zeugnisse für längstbekannte Deutungen krankhafter Erscheinungen beibringen können, und unwiderleglich bleibt, was Hume in seinem Essay über Ossian sagt: »daß, wie das Endliche zum Endlichen gefügt, niemals um ein Haarbreit dem Unendlichen sich nähert: ebenso eine an sich unglaubliche Thatsache durch die Anhäufung von Zeugnissen nicht den leisesten Zuwachs an Wahrscheinlichkeit erlangt« (Werke, London, Longmans, Green and Co. 1875, Vol. II, p. 424). Übrigens wird die Menschheit nie sich überreden lassen, daß Krankheit höher stehe als Gesundheit, und von allem Neuen, was bislang Du Prel gebracht hat, wäre für uns nur die gegen die herrschende Gewohnheit der Medien sehr detaillierte Antwort überraschend, welche (Deutsche Bücherei Nr. XXXIX, S. 12 u. 13) von Eglinton erlangt worden ist. Aber es gibt niemand, der, wenn ein geschickter Taschenspieler ihm die abgerissene Ecke einer Karte in die Hand drückt, vor jeder Eskamotierung gesichert wäre; und ist Baron Hellenbach für jene, welche ihn nicht so genau kennen, als Baron Du Prel ihn kennt, wirklich der Mann, von welchem eine kleine Verabredung mit Eglinton — es waren nur sie drei bei dem Experiment gegenwärtig und an der nötigen Zeit fehlte es wahrlich nicht — absolut unannehmbar wäre? Nach der glänzenden Entlarvung Bastian's (Einblicke in den Spiritismus von Erzherzog Johann, Linz 1884) gewiß nicht, und nach der matten Verteidigung (Logik der Thatsachen von L. B. Hellenbach, Leipzig 1884) womöglich noch weniger. Die urteilslose Menge kann freilich nur betäubt werden von dem Wortschwall, mit dem in

neuester Zeit der Spiritualismus sie überflutet; der kritische Materialismus verhält sich dazu ganz indifferent.

Es kann nicht dem Zufall zugeschrieben werden, daß gerade in diesen Tagen neuauflebender Geisterseherei Henry Maudsley's neuestes Werk: Natural causes and supernatural seemings (London, Kegan Paul, Trench and Co. 1886) erschienen ist. Das ebenso fesselnd als lehrreich und für weitere Kreise geschriebene Buch ist nicht direkt gegen die Spiritisten und modernen Spiritualisten gerichtet, welchen es gleichsam nur nebenbei ein paar Seiten widmet, aber tief bedauernd, daß in England zum Zweck einer systematischen Gespenstererforschung eine eigene Gesellschaft sich gebildet hat (a. a. O. S. 159 ff.). Maudsley konstatiert bei dieser Gelegenheit nur, daß keinerlei Entdeckung neuer Gesetze diesem Glauben einen Anhaltspunkt bietet, daß das Ganze nur eine Rückkehr zum Aberglauben der Wilden und ein Nachäffen des Wissens auf einem Gebiete ist, auf welchem es ein Wissen gar nicht gibt. Der berühmte Irrenarzt bewegt sich, diese drei Seiten ausgenommen, nur in seinem Fach, und das Buch zerfällt in drei Teile, von welchen der erste die Täuschungen bei den naturgemäßen Verrichtungen eines gesunden Verstandes, der zweite die ungesunde geistige Thätigkeit, der dritte die Erlangung übernatürlicher Erkenntnis durch göttliche Erleuchtung behandelt. Mit W. Preyer erblickt er im Mesmerismus kein anderes Phänomen als im Hypnotismus; die Visionen der h. Theresia erweist er als identisch mit den gewöhnlichen Halluzinationen; er zeigt uns, wie eine übermäßige Dosis Belladonna dieselben Wirkungen hervorruft wie Überanstrengung, Fasten und Kasteien (a. a. O. S. 215, 322, 176 u. 181); aber auch wie gefährlich es ist, mit dem delikatesten Teil der menschlichen Erscheinung zu spielen, weil alles angebliche Erkennen des Übersinnlichen auf Krankheit oder Täuschung beruht und nur zu Krankheit oder Täuschung führen kann. Bei der Unwandelbarkeit der Gesetze, welchen alles irdische Geschehen unterworfen ist, kann der Mensch nicht durch die zitternde Angst vor einer schmählichen Erniedrigung, sondern allein durch klarsehende Aufrichtigkeit, durch unbeugsame Tapferkeit, durch wechselseitige Ermutigung und Hilfe und durch ruhige Ergebung in das Unvermeidliche Herr seines Schicksals werden. »Nicht um das Problem eines weheklagenden Pessimismus oder eines frohlockenden Optimismus handelt sich's, welche beide nichts sind als subjektive, für das Universum belanglose Zustände des Individuums: es handelt sich um das Problem eines strengen Hinnehmens der Thatsachen und Sichfügens in ihre unerbittliche Macht. Was bislang an Gemütsbewegung und Energie auf Übernatürliches vergeudet worden ist, hat seinen Platz zu finden und seiner natürlichen Bestimmung nachzukommen in dem Entfachen eines glühenden Gefühls für menschliche Gemeinschaft und in der Arbeit, deren Wohlfahrt zu fördern. Das leidenschaftlich altruistische Gefühl des Weibes, nicht länger unter der Führung von Priestern des Überirdischen auf unzeitige Ziele und Werke verschwendet, kann nicht verfehlen, der sozialen Entwickelung eine Kraft von unberechenbarem Wert entgegen zu bringen, sobald es in Gemäßheit des echten Wissens für soziale Zwecke durch soziale Mittel zur Mit-

wirkung gelangt« (a. a. O. S. 364). Es sind dies herrliche Worte, und durch den Bezug auf die Thätigkeit des Weibes besonders wertvoll in einer Zeit, in der, wie auch Maudsley anerkennt, der religiöse Glaube im Niedergang ist und ein krasser Aberglaube sich für berufen hält, an dessen Stelle zu treten. Wir wünschen dieser vortrefflichen Arbeit die weiteste Verbreitung, denn philosophisch steht das Werk ganz auf der Höhe der Zeit und die rein pathologische Behandlung des Übersinnlichen ist ein sehr glücklicher Gedanke. Allerdings werden unsere modernen Spiritualisten das Buch höchstens dazu benützen, um ein paar aus dem Zusammenhang gerissene Sätze zu ihren Gunsten zu citieren, wie sie es z. B. mit Wundt und Preyer thun (Sphinx, Band I. S. 75, Band II. S. 4 u. 5); aber für alle Freunde echter Wissenschaft ist es eine reiche Quelle der Belehrung, und für die Wankenden, den Geisterbeschwörern schon halb und halb Verfallenen ist es eine rettende That.

Kehren wir nun zu Henry Sidgwick zurück, zu seinem tremendous effect, zu den schrecklichen Folgen, welche es für den Menschen hätte, wenn dessen Unsterblichkeit unvereinbar wäre mit der Wissenschaft. Worin besteht dieses Schreckliche, wenn wir betreffs des Loses unserer unsterblichen Seele es zu keinerlei Gewißheit bringen können? Gelingt es auch der spekulativen Philosophie, das Problem der Verbindung eines wahrhaftigen Geistes mit einem irdischen Leibe glücklich zu lösen und dem Menschengeist Unsterblichkeit zu vindizieren: über die endlose Zukunft dieses Geistes ist damit noch gar nichts ausgesagt. Will man dabei nicht an eine Offenbarung sich lehnen, was nicht mehr philosophisch, oder die Bahnen des Spiritismus betreten, was, selbst wenn man sich an dessen unschuldigste Form hielte, nicht mehr wissenschaftlich wäre; so bleibt nichts übrig als ein Schluß von unserer jetzigen auf die uns bevorstehende Existenz. Bekennt man sich aber, wie Henry Sidgwick es thut, zur Entwickelungslehre Darwin's; betrachtet man unsere jetzige Existenz als das Werk einer nach Millionen Jahren zählenden Heranbildung, und findet man das Resultat dieser Heranbildung ein sinnloses, falls nicht in einem künftigen Dasein die Härten unseres jetzigen Daseins ausgeglichen würden; — so ist das bloße Erfassen der aber Millionen Jahre, durch welche das Individuum sich hindurch zu arbeiten hätte, um zu einem aller Wahrscheinlichkeit nach noch immer sinnlosen Resultat zu gelangen, der schrecklichste aller Gedanken. Ist es nicht beruhigender, aber auch vernünftiger, dieses die Fassungskraft des Menschen übersteigende Problem beiseite zu lassen und das gesamte Denken und Fühlen der schönen Aufgabe zuzuwenden, diesem Leben gute Seiten abzugewinnen und seinem Lauf ein edles Ziel zu setzen? Soll es nicht von hohem Wert sein, wenn wir durch Liebe, Gemeinsinn und allgemeines Wohlwollen zu einer Glückseligkeit gelangen, die ihren Höhepunkt erreicht in dem Bewußtsein, daß wir das Wohlergehen unserer Mitmenschen nach Kräften fördern? Und erblicken wir viel des Leidens um uns her: tragen wir nicht unser Teil von diesem Leiden? Und sehen wir geliebte Wesen hingehen auf immer: erleichtert es nicht die Schwere des Verlustes, denken zu können, daß wir immer alles, was in unserer Macht stand, aufgeboten haben, um sie glücklich

zu machen, und daß es uns nicht ausbleiben kann, eines Tages ihnen zu folgen und dorthin zu kommen, wohin sie gekommen sind? Der den begeisternden Sinn dieses: ihnen nach! nicht kennt, der hat nicht wahrhaft geliebt, der hat nicht einmal hier zu leben verstanden, und er will ewig leben? Wenn wirklich alles auf Erden wertlos ist: wie kommt der Mensch zu einem so hohen Wert, daß man seine Unsterblichkeit als eine begründete Forderung hinstellt? Diese ganze Forderung erklären wir uns am natürlichsten als die ihren Kulminationspunkt erreichende Unersättlichkeit, welche allerdings dem Menschen eigen ist, aber durchaus nicht zu den Eigenschaften des ethisch erhobenen Menschen gehört. Der über sich selbst hinausleben will, dem bietet dazu der Altruismus das einzig sittliche Feld; und der dieses Feld gut bebaut hat, der hat nicht nur Bleibendes geschaffen, er selbst bleibt zurück im Segen der durch ihn Beglückten, wann er längst ausruht von des Lebens Arbeit.

Dieser Altruismus beruht nicht in letzter Linie auf einem Nützlichkeitsprinzip; ihm liegt keine Berechnung zum Grunde; aus ihm läßt sich keinerlei Skala konstruieren, nach welcher eine Schätzung der einzelnen Akte sich vornehmen ließe: er fordert aber auch keinen Lohn in einer andern Welt bei einer aus derlei Abwägungen sich ergebenden Verkürzung seines Interesses. Seine Quelle ist ein wohlverstandenes Glückseligkeitsstreben, zu dessen Erklärung er keiner den common sense weckenden Intuition bedarf. Er folgt dabei nur dem mächtigsten menschlichen Triebe, der ein wohlverstandener werden mußte durch die Läuterung, welche er, wie die fortschreitende Zivilisation beweist, in der staatlichen Gesellschaft erfährt. Der diesem Altruismus lebt, der sucht ihn nicht erst: er wandelt einfach den Weg, der ihn am glückseligsten macht, und Glückseligkeit um sich verbreitend, nähert er sich immer mehr der Tugend, den Lohn dafür fort und fort in seiner Glückseligkeit vorweg nehmend, ohne es zu wollen, ja ohne es zu wissen; denn der wahrhaft Glückliche frägt nie, warum er glücklich ist. Für diesen Standpunkt hat alle Kasuistik keinen Sinn, weil es da niemals in erster Linie heißt: was soll ich thun? — oder in letzter Linie: das hätte ich thun sollen! — sondern immer nur: das allein kann oder konnte ich thun. Uns schwebt eben nicht ein vollendeter Mensch vor; aber darum ist doch, oder vielmehr eben darum ist der Mensch, der den Standpunkt des Sollens einnimmt, um kein Haarbreit besser als der Mensch, der uns vorschwebt. Der Unterschied besteht nur darin, daß der eine unerweislichen Antrieben zu folgen meint, der andere sich bewußt ist, natürlichen Antrieben zu folgen. Thut einer nur darum das Gute, weil er hofft oder erfahren hat, daß es ihn glücklich mache; so handelt er auf Grund einer egoistischen Reflexion, schreibt sich dabei ein Verdienst zu und begehrt nach einem Lohn. Es ist keine Tautologie, sondern einfach der sittlichere Standpunkt, wenn diese Reflexion mit ihren Nebengedanken Verdienst und Lohn entfällt, weil das Glückseligkeitsstreben als das erste, die Tugend als seine notwendige Folge erkannt wird. In der Umkehrung liegt's. Was das Wohl der Menschheit fördert, ist längst bekannt; gesucht wird nach dem individuellen Antrieb, und man

weist die erklärende Umkehrung zurück, um Verdienst und Lohn aufrecht zu halten. »Gibt es eine andere Welt, dann ist der Lohn des Verdienstes selbstverständlich; sind Verdienst und Lohn selbstverständlich, dann muß es, da hienieden das Verdienst oft um seinen Lohn kommt, eine andere Welt geben.« Das ist der uralte Zirkelschluß aller Metaphysik, durch den an der wahren Sachlage gar nichts geändert wird. Immer ist es das stärkere Motiv, das unser Handeln bestimmt; und ist unser Glückseligkeitsstreben ein getrübtes, so wird das stärkere Motiv ein böses, ist unser Glückseligkeitsstreben ein geklärtes, so wird das stärkere Motiv ein gutes sein. Das ist der Sinn von Spinoza's unadäquaten und adäquaten Begriffen, und nicht auf eine freie Entschließung, sondern auf die Erziehung des Individuums kommt es an. Welche Erziehung die dem Wohl der Gesamtheit entsprechendste sei, ist eine Frage, deren Beantwortung keine Schwierigkeit hat, wenn wir den Menschen als ein Wesen dieser Welt betrachten.

Geht Henry Sidgwick's Herzenswunsch in Erfüllung; wird die Verbindung unseres sterblichen Leibes mit einer unsterblichen Seele gefunden: dann kommt es zu der weit verwickelteren Frage nach der Beschaffenheit der anderen Welt. Etwas Genaueres darüber zu wissen, ist unerläßlich, soll anders daraus unserm Handeln ein ausschlaggebendes Motiv erwachsen. Dazu bleiben aber Henry Sidgwick nur zwei Wege offen: die Religion und der moderne Spiritualismus. Von der Stellung der Religion zur Ethik als einer die Vorschriften dieser letzteren bekräftigenden Macht sagt er am Schluß seiner Methods of Ethics: »daß das Dasein eines noch so erhabenen Wunsches keinen Beweis abgibt für das Dasein des ihm entsprechenden Gegenstandes;« — und einige Zeilen früher: »daß er die Annahme von etwas Unerweislichem aus praktischen Gründen nur verstehen könne als eine plötzliche, halb eigensinnige Vernunftwidrigkeit, begangen in einem heftigen Anfall philosophischer Verzweiflung« (zweite Auflage, London, Macmillan and Co. 1877, S. 468). In das Lager der modernen Spiritualisten zu flüchten, von jenen im Dunkel tappenden Forschungen das erlösende Licht zu erwarten, können wir einem so klaren Denker nicht anmuten. Aber die Thatsache bleibt, daß sein Entsetzen über die logische Folge der Entwickelungslehre für die modernen Spiritualisten eine unschätzbare Ermunterung ist. Sollte ihn dies nicht mit einem Entsetzen erfüllen können, durch das jenes Entsetzen überwogen wird, so daß er noch einmal die Frage sich vorlegt: Gibt es ohne Jenseits wirklich keine Ethik? — Nach seinem eben angeführten Hauptwerk lassen sich alle ethischen Systeme unter drei Gesichtspunkte bringen: den des Intuitionismus, den egoistischen und den universellen. Es fällt uns jedesmal schwer, in diese Einteilung uns hineinzufinden; und daß alle von keinem intuitiven Prinzip abgeleiteten Begründungen der Ethik als Hedonismus gebrandmarkt werden, macht auf uns jedesmal den Eindruck einer ungerechten Herabsetzung. Allein die Bezeichnung ändert nichts an einer Sache. Führt auch jede Glückseligkeitslehre auf Genuß zurück: die uns vorschwebt, steht so hoch über der Genußsucht, wie der Altruismus als geläuterter Egoismus die

Selbstsucht überragt. Die Glückseligkeit, welche wir oben charakterisiert haben, eigentlichen Hedonismus zu nennen, wäre dasselbe, wie den ethisch erhobenen Menschen gleichzustellen »einer Mischung von Chemikalien«. Es thut uns leid, diesen Vergleich machen zu müssen; aber vielleicht gibt uns Sidgwick seine Richtigkeit zu. Die göttliche Abkunft war ein schöner, aber auch sehr eitler Traum. Was die Menschheit geworden ist, verdankt sie sich selbst, und jeder Einzelne hat, um zu einem höheren Wert zu gelangen, nur diesen Weg offen. Daß die Konsequenzen, welche aus der Lehre Darwin's sich ergeben, den Menschen bescheidener machen und zur Überzeugung bringen, daß er zu einem höheren Wesen wird allein durch die ernste Arbeit der Bildung, läßt uns diese Lehre erst recht erscheinen als einen richtigen Ausgangspunkt für ethische Untersuchungen. Das letzte, wonach eine echte Philosophie fragen darf, ist, ob eine Wahrheit angenehme oder unangenehme Folgen für uns hat. Entscheidend für sie ist allein die Wahrheit.

Kant und die Naturforschung.

Eine Prüfung der Resultate des idealistischen Kritizismus durch den realistischen.

Von

Albrecht Rau.

(Fortsetzung.)

Hauptsätze der Lehre von der Transscendentalität der Zeit.

1. Die Zeit ist kein empirischer Begriff, der irgend von einer Erfahrung abgezogen worden. Denn das Zugleichsein oder Aufeinanderfolgen würde selbst nicht in die Wahrnehmung kommen, wenn die Vorstellung der Zeit nicht a priori zu Grunde läge. Nur unter deren Voraussetzung kann man sich vorstellen, daß einiges zu einer und derselben Zeit (zugleich) oder in verschiedenen Zeiten (nacheinander) sei. Die Zeit ist eine notwendige Vorstellung, die allen Anschauungen zu Grunde liegt. Man kann in Ansehung der Erscheinungen überhaupt die Zeit selbst nicht aufheben, ob man zwar ganz wohl die Erscheinungen aus der Zeit wegnehmen kann. Die Zeit ist also a priori gegeben. In ihr allein ist alle Wirklichkeit der Erscheinungen möglich. Diese können insgesamt wegfallen, aber sie selbst als die allgemeine Bedingung ihrer Möglichkeit

kann nicht aufgehoben werden. Auf diese Notwendigkeit a priori gründet sich auch die Möglichkeit apodiktischer Grundsätze oder Axiomen von der Zeit überhaupt. Sie hat nur eine Dimension; verschiedene Zeiten sind nicht zugleich, sondern nacheinander. Diese Grundsätze können aus der Erfahrung nicht gezogen werden, denn diese würde weder strenge Allgemeinheit, noch apodiktische Gewißheit geben. Wir würden nun sagen können, so lehrt es die allgemeine Wahrnehmung; nicht aber: so muß es sich verhalten.

2. Die Unendlichkeit der Zeit bedeutet nichts weiter, als daß alle bestimmte Größe der Zeit nur durch Einschränkungen einer einzigen zu Grunde liegenden Zeit möglich sei. Daher muß die ursprüngliche Vorstellung der Zeit als uneingeschränkt gegeben sein. Wovon aber die Teile selbst und jede Größe eines Gegenstandes nur durch Einschränkung bestimmt vorgestellt werden können, da muß die ganze Vorstellung nicht durch Begriffe gegeben sein, denn diese enthalten nur Teilvorstellungen, sondern es muß ihnen unmittelbare Anschauung zu Grunde liegen. Der Begriff der Veränderung und mit ihm der Begriff der Bewegung ist nur durch und in der Zeitvorstellung möglich. Wäre diese Vorstellung nicht innere Anschauung a priori, so könnte kein Begriff, welcher es auch sei, die Möglichkeit einer Veränderung, d. i. einer Verbindung kontradiktorisch-entgegengesetzter Prädikate, z. B. das Sein an einem Orte und das Nichtsein ebendesselben Dings an demselben Orte begreiflich machen. Nur in der Zeit können beide kontradiktorisch-entgegengesetzte Bestimmungen in einem Dinge nacheinander anzutreffen sein.

3. Aus diesen Vorstellungen zieht Kant folgende Schlüsse:

a) Die Zeit ist nicht etwas, was für sich bestünde oder den Dingen als objektive Realität anhinge, mithin übrig bliebe, wenn man von allen subjektiven Bedingungen der Anschauung derselben abstrahierte. Denn im ersten Falle würde sie etwas sein, was ohne wirklichen Gegenstand dennoch wirklich wäre. Was aber das Zweite betrifft, so könnte sie als eine den Dingen selbst anhangende Bestimmung und Ordnung nicht vor den Gegenständen als ihre Bedingung vorhergehen und a priori durch synthetische Sätze erkannt und angeschaut werden. b) Die Zeit ist nichts anderes als die Form des inneren Sinns, d. i. des Anschauens unserer selbst und unseres inneren Zustandes; sie bestimmt das Verhältnis der Vorstellungen in unserem inneren Zustande. c) Die Zeit ist die formale Bedingung a priori aller Erscheinungen überhaupt. Wenn wir von unserer Art, uns selbst innerlich anzuschauen und vermittelst dieser Anschauung auch alle äußeren Anschauungen in der Vorstellung zu befassen, abstrahieren und mithin die Gegenstände nehmen, wie sie selbst sein mögen, so ist die Zeit nichts. Aber in Ansehung aller Erscheinungen, mithin auch aller Dinge, die uns in der Erfahrung vorkommen können, ist die Zeit notwendiger Weise objektiv. Wir können nicht sagen: alle Dinge sind in der Zeit, weil bei dem Begriff der Dinge überhaupt von aller Art der Anschauung derselben abstrahiert wird, diese aber die eigentliche Bedingung ist, unter der die Zeit in die Vorstellung gehört. Wird nun die Bedingung zum Begriffe hinzugefügt, so hat der Grundsatz seine gute objektive Richtigkeit und Allgemeinheit a priori.

Kritik der Lehre von der Transscendentalität der Zeit.

Realistische Auffassung und Definition des Zeitbegriffes.

1. Wir haben gesehen, daß Kant die Raumvorstellung als eine rein intellektuelle Funktion betrachtet, bei welcher die Natur der Dinge selbst in keiner Weise beteiligt ist. Erst die Raumvorstellung macht die Erscheinung möglich; da nun nicht die Dinge selbst, sondern nur die Art, wie sie uns erscheinen, erkannt wird, so ist der einfache Akt der Wahrnehmung eine intellektuelle Funktion, weil ohne die Raumvorstellung die Dinge gar nicht erscheinen könnten. In dieser höchst scharfsinnigen Weise beseitigt Kant den Gegensatz von Geist und Stoff. Dinge sind, das gibt die Transscendentalphilosophie zu, aber wir erkennen sie nicht. Was wir erkennen, sind Erscheinungen, diese aber sind nur dadurch möglich, daß wir Vorstellungen a priori besitzen. Dieselbe Auffassung wird nun bezüglich der Aufeinanderfolge oder der Veränderung der Dinge geltend gemacht. Daß die Dinge sich verändern, kann Kant von seinem Standpunkt aus nicht zugeben. Denn um Veränderung der Dinge wahrzunehmen, müßte doch die Möglichkeit der Erkenntnis von Dingen überhaupt zugestanden werden. Aber gerade das verneint der Transscendentalphilosoph; folglich verfährt er logisch völlig korrekt, wenn er auch die Erkenntnis, daß die Dinge sich verändern, aus einer Vorstellung a priori ableitet. Eine solche ist ihm die Zeit. »Das Zugleichsein oder Aufeinanderfolgen würde selbst nicht in die Wahrnehmung fallen, wenn die Vorstellung der Zeit nicht a priori zu Grunde läge.« — Dies ist der oberste Grundsatz der Lehre von der Transscendentalität der Zeit. Derselbe erscheint uns als völlig berechtigt, wenn man einerseits den Intellekt als »Ding an sich« den Wahrnehmungen vorhergehen läßt und wenn man anderseits in den Dingen nur Erscheinungen sehen will. Nach der realistischen Auffassung aber ist der Intellekt kein Ding an sich, sondern eine Aneinanderreihung von Vorstellungen und Begriffen, welche jedoch nur entstehen konnten, weil erstens Dinge und zweitens empfindende Wesen gegeben sind, auf welche diese Dinge wirken. Die Vorstellungen sind, von den Dingen her betrachtet, Einwirkungen, von dem empfindenden Subjekte her gesehen, Gegenwirkungen oder Reaktionen der empfindenden Organe, der Nerven. Durch Verknüpfung ungleichartiger Vorstellungen nach ihren gleichartigen Merkmalen und Umschreibung derselben mittels Worte entstehen Begriffe; durch Anordnung der Begriffe nach Maßgabe ihres Umfangs entstehen Systeme der Erkenntnis oder Wissenschaften. Der Idealist ist nur befriedigt, nachgewiesen zu haben, daß gewisse Grundvorstellungen existieren, welchen alle unsere Wahrnehmungen eingeordnet werden müssen, um nur behalten oder gar mitgeteilt werden zu können. Solche Grundvorstellungen sind Raum und Zeit; denn nicht der einfachste Gegenstand kann in die Erinnerung zurückgerufen werden, wenn die Anordnung der einzelnen Teile und die allgemeine Art der Raumerfüllung außer acht gelassen würde. Nicht die unbedeutendste Begebenheit könnte geschildert werden, wenn die Aufeinanderfolge der dabei beteiligten Dinge vernachlässigt würde. Warum ist nun der Idealist, in specie Kant befriedigt, Raum und Zeit als solche

Grundvorstellungen aufgewiesen zu haben, warum forschte er nicht nach dem Ursprunge derselben? Weil es ihm nur durch dieses Stehenbleiben möglich war zu zeigen, daß schon in der Wahrnehmung die Vorstellung, also ein scheinbar nur dem Subjekte Angehörendes, steckt. Und dies zu beweisen ist ja, von allen Besonderheiten abgesehen, die oberste Aufgabe der Vernunftkritik, wie aus den beiden Vorreden klar und deutlich hervorgeht. Es ist somit nur ein Akt der Selbsterhaltung, wenn der »kritische« Idealist nicht allzu kritisch wird, nicht zu viel fragt, sondern seine Forschung beschränkt und sich, wenigstens in einem gewissen Sinne, an der Oberfläche bewegt. Das Wesen des Idealismus schließt demnach aus, daß der Ursprung der Vorstellungen und Begriffe ermittelt werde. Wesentlich tiefer erfaßt der Realist das vorliegende Problem; ihm ist damit kein Genüge geleistet, daß eine Vorstellung als Vorstellung erkannt und aufgewiesen ist, er frägt: wie konnte eine solche Vorstellung in uns entstehen? Um diese Frage zu beantworten, wendet er sich an die Anschauung als den Grund und Zweck aller Erkenntnis. Im Hinblick auf diese untersucht er seine Begriffe, bis er zu den einfachsten Vorgängen gelangt, deren logisch sprachliche Verknüpfung eben der auf seine Entstehung zu untersuchende Begriff ist. Wie früher die Entstehung der Raumvorstellung gezeigt wurde, so hat nunmehr dasselbe bezüglich der Zeitvorstellung zu geschehen.

2. Daß Dinge sind, daß diese Dinge in gegenseitige Beziehungen treten und daß daraus eine andere Anordnung ebenderselben Dinge folgt — das sind die außer uns befindlichen, sinnlich gegebenen Bedingungen, welche der Entstehung der Zeitvorstellung vorhergehen. Würden keine Dinge sein oder würden sie nicht in solche Beziehungen treten können, aus welchen ein anderer Zustand derselben Dinge folgte, d. h. würden die Dinge sich nicht verändern, so könnte in einem perzipierenden und denkenden, d. i. wahrnehmenden und vergleichenden Subjekte keine Zeitvorstellung entstehen. Indes sind dies nur die außer uns befindlichen, notwendigen Bedingungen; außerdem ist, wie wir sehen werden, erforderlich, daß das denkende Subjekt selbst Veränderungen erleidet und bewirkt. Auch diese Bedingung ist gegeben. Die einfachste Art der Veränderung von Körpern ist, daß sie aus der Ruhe in Bewegung und aus der Bewegung in Ruhe übergehen. Wir nennen einen Körper in Ruhe befindlich, wenn er den Abstand, welchen er im Vergleich mit andern als ruhend angesehenen Körpern besitzt, stets beibehält; wir nennen ihn in Bewegung, wenn er diesen Abstand fortwährend ändert. Die Entstehung des Begriffs der Bewegung und der Ruhe setzt somit voraus 1) daß Körper überhaupt bewegbar sind, 2) daß andere sich in Ruhe befinden oder doch als in Ruhe befindlich angenommen werden können, 3) daß wahrnehmende Subjekte vorhanden sind, welche die jeweiligen Abstände abschätzen oder abmessen. Diese wahrnehmenden Subjekte sehen sich gleichfalls als in Ruhe befindlich an; eine Voraussetzung, welche jedoch gar nicht zutrifft — denn gerade das wahrnehmende Subjekt ist das beweglichste und bewegteste Ding von der Welt — welche aber der Einfachheit wegen gemacht werden darf. Aus dieser Darlegung ist ersichtlich, daß Ruhe und Bewegung nur relative Zustände sind: es

ist weder eine absolute Ruhe noch eine absolute Bewegung möglich. Denn wenn auch ein Körper seinen Abstand zu den in seiner Nähe befindlichen Körpern nicht ändert, so nimmt er doch an der Drehung der Erde um ihre Achse oder an ihrer Bewegung um die Sonne teil, ändert also fortwährend seinen Abstand zu solchen Körpern, die im Weltraume vorhanden sind und dort als beharrend angesehen werden. Eine absolute Bewegung kann nicht bestehen, weil jeder sich bewegende Körper in Beziehung mit andern Körpern bleibt, die durch Anziehung und Reibung fortwährend die erhaltene Bewegung verringern und so endlich die Bewegung in Ruhe verwandeln[1]. Daß Bewegungen unabhängig von uns stattfinden, daß diese Bewegungen untereinander verglichen und auf irgend eine Weise vereinheitlicht, d. h. auf eine Ur- oder Normalbewegung bezogen werden — das sind die äußeren oder objektiv gegebenen Bedingungen, welche der Entstehung der Vorstellung der Zeit vorausgehen. Hat die Erde ihre Bahn um die Sonne vollendet, so nennen wir diese Bewegungsgröße ein Jahr, hat sie sich einmal um ihre Achse gedreht, so nennen wir letztere Bewegungsgröße einen Tag, den 24. Teil eines Tages bezeichnen wir als Stunde, den 60. Teil einer Stunde als Minute, den 60. Teil dieser als Sekunde. Jahr, Tag, Stunde, Minute und Sekunde sind somit, objektiv genommen, nur Bewegungsgrößen oder Bruchteile von solchen. Wie groß der Raum ist, den die Erde während eines Jahres oder eines Tages zurücklegt, das zu wissen, ist für unseren Zweck gar nicht notwendig. Die Alten wußten es auch nicht, ja sie hatten ganz falsche Vorstellungen von der Art der Bewegungen, welche ein Jahr oder einen Tag begrenzen und ausfüllen. Was ist nun die subjektive Bedingung, daß wir uns diese objektiv gegebenen Bewegungsgrößen als Zeit oder Zeitablauf vorstellen? Diese subjektive Bedingung ist, daß, während jene von uns unabhängigen Veränderungen stattfinden, wir selbst eine große Reihe von Veränderungen bewirkten oder an uns erfuhren oder

[1] Nichts ist gefährlicher, nichts irreführender als das Überschätzen der Bedeutung unserer Begriffe. Es kann nicht genug eingeschärft werden, daß Begriffe nur Fiktionen und Schemata für Wirklichkeiten sind, daß ihnen keine Realität beiwohnt und daß ihr Wert lediglich nur danach beurteilt werden darf, was durch dieselben logisch demonstrierbar wird. Dies gilt auch von den Begriffen Ruhe und Bewegung. Erst neuerdings hat ein moderner idealistischer Philosoph, Otto Liebmann, sich alle erdenkliche Mühe gegeben, die Begriffe absolute Ruhe und absolute Bewegung als Realitäten nachzuweisen (s. Zur Analysis der Wirklichkeit von O. Liebmann, II. Auflage 1880 S. 113—144). Die von Liebmann hierbei gemachten Denkfehler habe ich in meiner Schrift „L. Feuerbach's Philosophie, die Naturforschung und die philosophische Kritik der Gegenwart", Ambr. Barth 1882, von Seite 175 ab aufgedeckt. In dieser Schrift findet man überhaupt mannigfaltige Nachweise über die unzureichende Methode der idealistischen Philosophen. Merkwürdiger Weise aber haben idealistische Rezensenten dieses Buches die Aufdeckung der von Liebmann und auch von Albert Lange gemachten Fehler ganz korrekt gefunden, wenn auch die Form, in der es geschah, als „herb" bezeichnet (s. Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik von H. Ulrici und Aug. Krohn, 1884, Heft 1; Philosophische Monatshefte herausgeg. von Schaarschmidt, XIX. Bd. S. 431). Man hat aber nicht bemerkt, vielleicht nicht bemerken wollen, daß mir die A. Lange'schen und Liebmann'schen idealistischen Vorstellungen nur ein Mittel gewesen sind, das Wesen des Idealismus an Vertretern, die der Gegenwart angehören, nachzuweisen.

von Anderen bewirken sahen, welche für uns oder im allgemeinen von einschneidender Bedeutsamkeit gewesen sind. In einem Jahre haben wir uns 365 mal ermüdet zur Ruhe begeben und sind ebenso oft neugestärkt erwacht und an die Arbeit gegangen. Der heranwachsende Mensch hat während dieser Zeit eine Klasse absolviert, der selbständige Mann hat seiner Familie oder dem bürgerlichen Gemeinwesen oder dem Staate Dienste geleistet, d. h. er hat Wirkungen erzielt und dadurch an sich Wirkungen erfahren; der Landmann hat den Acker bestellt, die Saat ausgestreut und die Ernte eingeheimst. Alle diese Beispiele menschlicher Thätigkeit, welche wir bis ins Endlose vermehren könnten, haben, wenn man von ihrem spezifischen Charakter absieht, ein Merkmal, welches sämtlichen ohne Ausnahme anhaftet: alle diese Veränderungen sind nur möglich gewesen, daß die handelnden Subjekte bestimmte Bewegungen ausführten. Bewegungen machen somit das allgemeine Wesen handelnder Subjekte aus. Werden nun diese subjektiven, empfundenen Bewegungen auf objektiv wahrzunehmende und so jedem Subjekte in gleichem Maße zugängliche Bewegungen bezogen und so vereinheitlicht und geordnet, so entsteht die Vorstellung der Zeit oder des Zeitablaufes. Begrifflich ausgedrückt ist demnach die Zeit nichts anderes als die Beziehung oder Einordnung subjektiver Bewegungen auf oder in objektive. Damit sind, wie ich glaube, sämtliche (inneren und äußeren) sinnlich aufweisbaren Momente bloßgelegt, welche der Entstehung der Zeitvorstellung und des Zeitbegriffes vorhergehen. Die Zeitvorstellung ist demnach nicht rein subjektiver oder idealer Abkunft, stammt nicht aus der a priori gegebenen und nicht weiter ermittelbaren Natur unseres Intellektes, sondern ist geknüpft an äußere und innere, sinnlich aufweisbare Vorgänge, die unabhängig von unserem Intellekte sich vollziehen.

3. Nach diesen Darlegungen gehen wir zur Kritik der idealistischen Vorstellungen vom Wesen der Zeit über. Der schwerste Vorwurf, welcher dagegen in allgemeiner Hinsicht erhoben werden kann, wird immer der sein, daß, wenn in Wirklichkeit unserem Denken solche Urqualitäten zukommen, es vollständig rätselhaft bliebe, wie denn diese nur entdeckt werden können. Kant isoliert, wie wir gehört haben, die Sinnlichkeit, indem er alles davon abtrennt, was der Verstand dabei denkt. Von dem erhaltenen Reste zieht er weiter ab, was der Empfindung angehört, und nun sollen Raum und Zeit als Funktionen der reinen Sinnlichkeit übrig bleiben. Anderseits behauptet Kant, daß alles Funktion des Verstandes und der reinen Sinnlichkeit ist und daß das Wesen der Dinge unerkannt liegen bleibt. Demnach ist alles, was wir als Erkenntnis ansprechen, entweder das Wesen unseres Verstandes oder unserer Sinnlichkeit. Nun möchte ich mir klar und deutlich zeigen lassen, wie wir trotzdem durch Verstand und Sinnlichkeit über Verstand und Sinnlichkeit hinaus gelangen? Bevor dieser Aufweis geliefert ist, glaube ich in vollem Rechte zu sein, wenn ich behaupte, daß das Gelingen einer solchen Ab- und Aussonderung ebenso aussichtslos, ebenso unmöglich ist wie etwa der Versuch, aus der eigenen Haut zu fahren, oder über den eigenen Schatten zu springen, oder mit übergeschlagenem Zopfe sich aus dem Sumpfe zu ziehen. Ist das, was wir für das Wesen der Dinge

halten, nichts als das Wesen unseres Intellektes, so versteht sich auch alles von selbst, und es ist gar nicht einzusehen, wie die Menschen jemals in ihren Anschauungen hätten verschieden sein können. Nun ist aber die Kant'sche Lehre von der Transscendentalität des Raumes und der Zeit durchaus neu, sie wurde schon bekämpft zur Zeit ihres Auftretens und wird es von vielen noch heute. Kant selbst sagt: »Wider diese Theorie, welche der Zeit empirische Realität zugesteht, aber die absolute und transscendentale[1] bestreitet, habe ich von einsehenden Männern einen Einwurf so einstimmig vernommen, daß ich daraus abnehme, er müsse sich natürlich bei jedem Leser, dem diese Betrachtungen ungewohnt sind, vorfinden. Er lautet also: Veränderungen sind wirklich, dies beweiset der Wechsel unserer eigenen Vorstellungen, wenn man gleich alle äußeren Erscheinungen samt deren Veränderungen leugnen wollte. Nun sind Veränderungen nur in der Zeit möglich, folglich ist die Zeit etwas Wirkliches[2].« Es genügt für unsern Zweck vollständig, von dieser gegenteiligen Auffassung Kenntnis genommen zu haben. Wir fragen: wenn jeder Mensch die Zeitvorstellung aus den in seinem Intellekte gelegenen Fähigkeiten erzeugt, wie kann es gleichwohl Menschen geben, die dies bezweifeln? Der Geist ist das selbstgewisseste Wesen; wir können bezweifeln, daß wir einen Körper haben, nimmermehr aber, daß wir denken, daß wir Geist besitzen; wir schließen von unserem Denken auf unser Sein: cogito, ergo sum — so lehrte Descartes, der Vater des neueren Idealismus. Gut! wenn das sich wirklich so verhält, wie kann und konnte sich der Geist über sein eigenes Wesen täuschen? Hat man jemals geleugnet, daß wir vermittelst unserer Beine laufen, unserer Nase riechen, unserer Zunge schmecken? Merkwürdig! Der Geist soll das Selbstgewisse, das Sinnliche aber das Ungewisse oder wenigstens »Zufällige«, Bezweifelbare sein und doch herrschen betreffs der Natur des ersteren die allerverschiedensten Anschauungen, es eröffnen sich Dunkelheiten und Widersprüche, die man niemals hat aufhellen und auflösen können, während hingegen alle Dunkelheiten, alle Widersprüche sofort verschwinden, wenn wir von dem anschaulich Gegebenen, als dem Grund und Zweck aller Erkenntnis ausgehen. Nein, so kann es nicht immer bleiben: die idealistische Hypothese vom Wesen unseres Denkens ist durchaus unhaltbar, mit ein paar »Modifikatiönchen« ist hier nicht geholfen; man muß vielmehr einen gänzlich veränderten Ausgangspunkt

[1] Kant irrt sich hier in seiner eigenen Terminologie; es muß „transscendente" heißen. Transscendental heißt nach Kant alles das, was vor aller Erfahrung in unserem Intellekte liegt und Erfahrung erst möglich macht; transscendent hingegen das, dem über die Erfahrung hinaus Gültigkeit beigelegt wird. Da nun die Zeitvorstellung nach K. die Erfahrung erst möglich macht, indem sie bewirkt, daß das „Ding an sich" zur Erscheinung wird, so besitzt sie transscendentale Realität. Dagegen muß ihr die transscendente abgesprochen werden, weil die Erscheinung verschwindet, sowie der Intellekt hinweggenommen wird. Über den Begriff des Transscendentalen und Transscendenten siehe Schopenhauer, sämtliche Werke Bd. 5, S. 87, 88. Diese Verwechselungen zwischen transscendent und transscendental kommen übrigens in der Vernunftkritik noch öfter vor und es ist wahrlich kein Wunder, wenn die nur formal geschulten, an Selbstdenken nicht gewöhnten Anhänger K.'s mit den beiden Ausdrücken nichts Rechtes anzufangen wissen.

[2] Kritik d. rein. Vernunft S. 73.

nehmen: vom Sein zum Denken führt der Weg, es kann nicht anders sein. Der Realist hat den Gegensatz seines Verstandes in dieser anschaulich gegebenen Welt, welche völlig unabhängig von ihm dasteht. Indem er fortwährend sein Denken dieser unterordnet, wird sie zu seinem Verstande. Der Verstand kann und darf in der Hauptsache nichts anderes enthalten als das allgemeine, auf Begriffe gebrachte Wesen der sinnlich wahrnehmbaren Dinge. Bei Kant und den idealistischen Philosophen ist aber die Welt Schein oder doch nur Erscheinung, alles fließt mit gleicher Notwendigkeit aus dem Intellekte und doch ist dieser in ewigem Zwiespalt mit sich selbst. Da das letztere unmöglich stattfinden könnte, so muß die Voraussetzung falsch sein.

Von Grundsätzen, welche aus der Zeitvorstellung folgen, gibt Kant nur den an: verschiedene Zeiten sind nicht zugleich, sondern nacheinander. Diesen Grundsatz nennt er apodiktisch und synthetisch. In Wahrheit ist er weder das eine noch das andere. Was das Synthetische anlangt, so ist es nur eine Folge des Kant'schen Standpunktes. Kant hat, wie wir gesehen haben, die Entstehung der Zeitvorstellung nicht ermittelt. Hätte er es gethan, so hätte er wie wir zu dem Resultate kommen müssen, daß die verschiedenen Nacheinander zu der Vorstellung der Zeit führen; dieselbe enthält demnach den Begriff des Nacheinander. Da nun durch Hinzufügung des Nacheinander zur Zeitvorstellung etwas ausgesagt wird, was in der letzteren schon enthalten ist, so ist der Satz analytisch (vergl. S. 18 dies. Bd.). Das Apodiktische ist lediglich formal und stammt gleichfalls nur aus dem Kant'schen Standpunkte, gemäß welchem die Zeit eine Funktion a priori der allen Menschen gemeinsamen reinen Sinnlichkeit ist. In Wirklichkeit gibt es, wie aus der Entwickelung unserer Auffassung hervorgeht, unzählig viele Zeiten: jedes Individuum hat seine eigene Zeit, welche mit seiner Geburt anhebt und mit seinem Tode abschließt. In diesem Hause endet ein Dasein, zu derselben Sekunde beginnt eines in jenem. Sind das nicht verschiedene Zeiten zu einer und derselben Zeit? Gerade die unendliche Vielheit der Zeiten macht es notwendig, daß wir die in uns lebende subjektive Zeit nach einer außer uns gelegenen, objektiven, nach einer Weltzeit regulieren. Wie beneidenswert wäre das Los des Denkers, wenn seine subjektive Zeit identisch wäre mit der Zeit seiner Zeitgenossen! Dann hätte nie ein Denker gedarbt, wäre nie in Vergessenheit und Armut gestorben: jedes sich neu entzündende Geisteslicht wäre zur Sonne geworden, die alle gleichmäßig erwärmte und erleuchtete. Wohl uns und den Pfadfindern der Menschheit, wenn dem so wäre! Was macht denn das Leben des Genies so peinlich, so schmerzvoll? Weil es seiner Zeit vorauseilt, weil es eine Zeit lebt, die nicht ist, sondern wird. Die Kant'sche Auffassung vom Wesen der Zeit würde involvieren, daß das Ablaufen der Zeit einen konstanten und streng allgemeinen Fortschub in der Entwickelung bedingte. Dem ist aber nicht so. Was die pedantische, logische Definition unerbittlich trennt, das vereint die Toleranz des Raumes oder platzt dort heftig aufeinander. Wir haben in unserem deutschen Reichstage Ultramontane, Konservative, Nationalliberale, Sozialdemokraten, Fortschrittsmänner u. s. w. Sind das nicht verschiedene Zeiten, die hier

die Vorstellungen beherrschen, die aber gleichwohl durch die Liberalität des Raumes gleichzeitig zum Ausdrucke gelangen? Der Ultramontane lebt in den Anschauungen der Vergangenheit, denkt mit den Begriffen einer längst abgelaufenen Periode; der Fortschrittsmann lebt der Gegenwart und will die Errungenschaften derselben, das Recht der Selbstbestimmung, die Freiheit des Denkens, Glaubens und Handelns, aber auch die Verantwortlichkeit dafür der künftigen Generation erhalten und vererben. Wir haben die prachtvollsten, sinnreichst konstruierten Hinterlader, mit denen man in wenigen Minuten ganze Bataillone blühender Menschenleben vernichten kann; der australische Wilde besitzt als Waffe nur einen elenden Speer oder den Bumerang, er muß sich an jedes Stück seiner Beute heranschleichen und ist des Erfolgs sehr ungewiß. Sind das nicht verschiedene Zeiten zu einer und derselben Zeit? Was also im logischen Begriffe ein Nacheinander, das ist in der Wirklichkeit ein Nebeneinander. Man bilde sich doch ja nicht ein, daß der Begriff, das dürftige Element unseres Denkens, die unendliche Mannigfaltigkeit der Dinge erschöpfe oder gar aufhebe. Dergleichen Ideen leben ihr kümmerliches Dasein in dem Kopfe des spekulativen Philosophen, der in merkwürdiger Beschränkung und Selbstgenügsamkeit sein hölzernes Katheder für den Nabel des Weltalls hält. Mit Recht sagt L. Feuerbach, dieser große und kühne Denker, der nicht bloß eine Welt des Wahns zerstört, sondern auch das Fundament der Philosophie der Wirklichkeit errichtet hat: »Was in Gedanken ein langweiliges, unausstehliches Semper Idem ist, das ist in Wirklichkeit ein durch seine Verschiedenheit und Neuheit reizendes Wesen. Wenn daher der logische Begriff statt der ‚schlechten' Unendlichkeit das Regiment der Welt hätte, so würde sie bald in eine Wüste verwandelt sein, wo statt zeugungslustiger und zeugungskräftiger Menschen nur gläubige oder logische, dem Untergang der Welt entgegenharrende Anachoreten uns begegnen würden. Der logische Begriff ist der Neid der Gedankenarmut gegen den unerschöpflichen Reichtum der Sinnlichkeit, der es aber so gescheit macht, wie der Fuchs in der Fabel, die Schuld von sich auf den Gegenstand wälzt, das ‚Ich kann nicht' in ein ekelhaftes ‚Ich mag nicht' verwandelt, die Unerreichbarkeit der Traube ihr als Ungenießbarkeit, als Schlechtigkeit anrechnet. Aber gerade die Trauben, welche der logische Begriff am Weinstocke des Lebens hängen läßt, ohne sie eines andern als höchstens scheelen Blickes zu würdigen, enthalten den Stoff, der des Menschen Herz erfreut und des Menschen Auge entzückt. Allerdings müssen wir, und darin hat der logische Begriff ganz Recht, wenn wir Etwas wissenschaftlich begreifen wollen, das Mannigfaltige vereinfachen, das Viele auf seine Einheit zurückführen, von dem Einzelnen im Sinne des Zufälligen abstrahieren, nur die Essenz herausziehen; aber ebendeswegen ist nicht der Begriff ein Ens sui generis, nicht das wahre Wesen im Unterschiede von dem sinnlichen Wesen. Den Begriff zum wahren Wesen machen, heißt das Mittel zum Zweck machen, heißt den Gedanken an die Stelle der Sache, die Form an die Stelle des Wesens, die Wissenschaft an die Stelle der Wahrheit setzen, heißt die Ordnung der Natur umkehren[1].« Die Methode des fortschrei-

[1] Sämtliche Werke, Bd. III, S. 383.

tenden, entwickelungsfähigen, realistischen Denkens liegt gerade darin, daß der Begriff gleichsam in organischem Zusammenhange mit der Anschauung gehalten wird. Wir sind uns des Einseitigen, Willkürlichen und Ungenügenden der Begriffsbildung und der Deduktion aus reinen Begriffen bewußt; aber ebendeshalb fordern wir, daß die Anschauung nicht bloß als ergänzendes Element eintrete, sondern als der eigentliche Grund und Zweck der Erkenntnis angesehen werde. Das Wirkliche, Konkrete bildet den mütterlichen Boden, aus welchem die abstrakte Tochter, der Begriff, ihre Nahrung saugen muß, um sich entwickelungsfähig zu erhalten. Das Denken soweit als möglich der Wirklichkeit kongruent zu machen, dies ist die Aufgabe der realistischen Philosophie. Diese Aufgabe kann aber nur dann gelöst werden, wenn Natur, Ursprung und Entwickelung der Begriffe ermittelt ist.

Verkehrt, obwohl gleichfalls durch seinen Standpunkt bedingt, ist es, wenn Kant die bestimmte Zeit durch Einschränkung aus der Unendlichkeit der Zeit hervorgehen läßt. Aus dem Unendlichen folgt nie das Endliche, eben weil dieses in jenem aufgehoben, negiert ist. Wie sollte denn das Endliche aus dem Unendlichen entspringen können? Geht das Unendliche vorher, so ist kein Platz mehr für das Endliche. Anderseits ist es freilich auch nur eine logische Fiktion, wenn wir das Unendliche durch unendliche Summierung des Endlichen entstehen lassen. Das kann man zwar gewisser Zwecke halber voraussetzen, aber beweisen kann man es nicht, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil jeder Beweis einen Anfang und ein Ende hat, Anfang und Ende jedoch dem Begriffe des Unendlichen widersprechen. Diese Fiktion hat zum Teil ihren Grund auch darin, daß der Mensch ein Aufhören der Zeit sich nicht vorstellen kann. Wir sind uns nämlich durch Erfahrung bewußt, daß jede Vorstellung eine gewisse Dauer hat und daß das Übergehen von einer zur andern gleichfalls Zeit erfordert. Wollten wir nun dieses Bewußtsein hinwegräumen, so müßten wir im Denken das Denken negieren, was offenbar ein unmögliches Beginnen ist. Von hier aus ist auch der weitere Satz Kant's zu berichtigen, daß man zwar die Erscheinung, aber nicht die Zeit hinwegnehmen könnte. Wenn Denken möglich sein soll, so müssen die Elemente des Denkens, Begriffe, gegeben sein. Diese zwar sind nur durch Erfahrung möglich; sind sie aber entstanden, so können sie ohne Rücksicht auf Erfahrung verknüpft werden. Auf diese Weise entsteht die Illusion, daß man die Erscheinung, nicht aber die Zeit hinwegnehmen könnte. Denn übrig bleibt immer das Denken, welches ein Prozeß ist, der Zeit erfordert. — Um den Begriff der Veränderung aus der Zeitvorstellung abzuleiten, subsumiert Kant das Sein eines Dinges an einem Orte mit dem Nichtdasein an ebendemselben und nennt das, um den Widerspruch wiederum aufzulösen, kontradiktorisch — entgegengesetzte Bestimmungen. Hier wird dem sinnlich gegebenen Ding anfänglich der Begriff der Substanz, welche als absolut unveränderlich angesehen wird, untergeschoben; dadurch erscheinen Sein und Nichtsein an einem Orte zunächst als gleichgültige, zufällige Bestimmungen, die vernachlässigt, beziehentlich identifiziert werden können. Unmittelbar darauf werden beide Bestimmungen wieder getrennt und realistisch gedeutet und

erscheinen dann natürlich als »kontradiktorisch — entgegengesetzt«. Solche Willkürlichkeiten sind selbstverständlich eine unerschöpfliche Fundgrube für weitere philosophische Spekulationen und man begreift leicht, daß aus idealistischen Kreisen eine ernsthafte, auf den Grund gehende Kantkritik nicht zu erwarten ist. Denn über was wollten denn die Idealisten philosophieren, wenn sie das Wesen des Idealismus als Täuschung und Willkür erkennen würden?

Wie der Raum zur Form des äußern, so wird die Zeit zur Form des innern Sinnes gemacht. Da auch diesem alle Kriterien und Kreditiven fehlen, so läßt sich gegen denselben alles das vorbringen, was wir bei Kritik des ersteren vorgebracht haben (s. S. 259 dies. Bd.). Nun verleitet aber die Supposition dieses innern Sinnes noch zu anderen Betrachtungen, welche ich ihres allgemeinen Interesses halber kurz darlegen will. Dieser innere und äußere Sinn funktionieren, wie wörtlich gesagt ist und auch aus der Grundidee der transscendentalen Ästhetik mit aller Klarheit und Deutlichkeit hervorgeht, durchaus a priori, also ohne alle Erfahrung. Nun bewirkt nach Kant der innere Sinn das Anschauen unserer selbst und unseres inneren Zustandes. Daraus würde folgen, daß wir uns selbst ohne alle Erfahrung anzuschauen vermöchten oder daß die Entstehung des Selbstbewußtseins ein Akt ist, der allein durch die in uns gelegenen Mittel sich vollzieht, ohne Bezugnahme auf etwas, was außer uns gelegen, d. h. sinnlich gegeben ist. Diese Lehre von der spontanen Entstehung des Selbstbewußtseins ist zwar dem Wesen des Idealismus vollkommen konform, aber ebendeshalb nur eine Grundillusion desselben. Alles, was ist, ist das, was es ist, nur durch sein Verhältnis zu etwas Anderem, außer ihm Gelegenen. Wenn wir das Vermögen der eigenen Beurteilung — denn nur dadurch werden wir selbstbewußt, und ohne Selbstbewußtsein ist ein »inneres Anschauen« vollkommen unmöglich — unbefangen untersuchen, so ergibt sich, daß dasselbe nicht nur an der Hand der Erfahrung sich entwickelt, sondern ganz und gar abhängig von derselben ist. Was der Mensch auch sei — sein wahres Wesen wird ihm durch sich allein nie offenbar, sondern immer durch Vermittelung Anderer. Das isolierte, nur auf sich angewiesene Ich hat L. Feuerbach in folgenden Worten ganz richtig charakterisiert: »Das Maß des Wesens ist auch das Maß seines Verstandes. Ist das Wesen beschränkt, so ist auch das Gefühl, auch der Verstand beschränkt. Aber einem beschränkten Wesen ist sein beschränkter Verstand keine Schranke; es ist vielmehr vollkommen glücklich und befriedigt mit demselben; es empfindet ihn, es lobt und preist ihn als eine herrliche, göttliche Kraft; und der beschränkte Verstand preist seinerseits das beschränkte Wesen, dessen Verstand er ist. Beide passen aufs genaueste zusammen, wie sollten sie miteinander zerfallen können?[1]« Ganz richtig; die Störung dieses gemütlichen und bequemen »Selbstbewußtseins« tritt erst dann ein, wenn dem Ich ein Du entgegentritt, welches die Beschränktheit jenes Ich nachweist; Grund genug, dieses Du auf das ingrimmigste zu hassen. Daher erweckt auch wahre Überlegenheit des Geistes in erster Linie nicht

[1] Sämtliche Werke, Bd. 7, S. 33.

Liebe und Anerkennung, sondern Haß und Verfolgung; dies beweist die Lebensgeschichte aller großen Menschen. Alles, was unserem Wesen gemäß ist, führen wir gerade so aus, als ob es sich von selbst verstände. Erst dann, wenn wir auf etwas stoßen, das unsere Leistungsfähigkeit überschreitet oder hinter derselben zurückbleibt, werden wir uns unserer Schranke oder unserer Überlegenheit bewußt; erstere Empfindung ist von Schmerz, letztere von Genugthuung, von Wohlbehagen begleitet. Die Genesis des Selbstbewußtseins liegt somit nur zur einen Hälfte innerhalb des Ich, zur anderen ist sie an die Erkenntnis des Du geknüpft. Wie sollte es anders sein können? Denn in erster Linie ist der Mensch die Summe seiner angebornen Fähigkeiten, erst in zweiter die Summe seiner Erziehung, seiner Erfahrungen, kurz der gesamten äußeren Einflüsse. Dies gilt nicht nur von den sogenannten geistigen Fähigkeiten, sondern auch von den körperlichen in engerer Hinsicht. Jede Fähigkeit, die man durch seine angeborne Körperkonstitution besitzt, wird anfänglich völlig unbewußt ausgeübt, sie mag vortrefflich oder fehlerhaft sein. Das Bewußtsein davon wird erst hinterher, durch Vergleichung mit analogen, an Anderen befindlichen Fähigkeiten erzeugt. Wer gesunde Beine zum Gehen hat, wird sich derselben bedienen, ohne der Natur für dieses Geschenk Dank zu wissen oder ohne sich das Zeugnis einer höchst vortrefflichen Körperkonstitution auszustellen. Aber auch der mangelhaft Ausgestattete ist sich seiner Mangelhaftigkeit nicht durch sich selbst bewußt; dieses Bewußtsein wird erst erzeugt, wenn er sich mit Anderen vergleicht. Ist er in solchem Falle philosophisch beanlagt, so kann es geschehen, daß er versucht, seine leidenden Füße der gesamten Menschheit zu unterstellen. Er wird dann so eine Matratzenphilosophie aushecken, welche unter dem euphemistischen Titel »Pessimismus« den Trost übersättigter, ausgehöhlter, mit einem physischen oder moralischen Defekte behafteter Menschen ausmachen wird. Wer kleine, krüppelhafte Kinder im Spiele beobachtet, der findet auf ihrem Gesichte denselben unschuldslos heiteren Ausdruck, der das Spiel froher, gesunder Kinder so anmutig macht; jene haben also offenbar nicht die geringste Vorstellung von ihrer erbarmungswürdigen Lage. Der objektive Zuschauer wird aber gerade dadurch schmerzlichst bewegt; er vergleicht den heiteren, lustigen Gesichtsausdruck mit der mitleiderregenden Körperbeschaffenheit und wird des Widerspruchs gewahr, er leidet für sie den ersten Schmerz der Erkenntnis. Erst in späteren Jahren, Hand in Hand mit der Entwickelung des Bewußtseins malt sich auf dem Gesichte der Krüppelhaften jener bekannte trübe, unzufriedene Zug ab. Aber auch der hochbegabte Mensch, das Genie, schöpft das Bewußtsein seiner Begabung nicht unmittelbar aus sich. Raffael ist mit den Anlagen des großen Künstlers geboren worden. Es unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, daß er die ersten Äußerungen seines Genies, in welchen der Kenner sofort das Ungewöhnliche zu erkennen vermochte, gleichwohl ohne jede Selbsterkenntnis, als etwas sich von selbst Verstehendes ausgeübt hat. Erst später, als er ausreichend Gelegenheit fand, seine Leistungen mit denen anderer Maler zu vergleichen, die eben keine Raffaele waren, trat die Größe seines Talents in sein Bewußtsein. In Summa also: das Selbstbewußtsein ist ein

Prozeß von Faktoren, deren eine Hälfte stets außerhalb des betreffenden Individuums zu suchen ist. Ganz im Sinne unserer Auffassung des Selbstbewußtseins sagt Schopenhauer: »Es ist so unmöglich, daß, wer Verdienste hat und weiß, was sie kosten, selbst blind dagegen sei, wie daß ein Mann von sechs Fuß Höhe nicht merke, daß er die Andern überragt.« Durchaus zutreffend: das Gefühl der geistigen Überlegenheit ist ebensowohl wie das der körperlichen an sinnlich gewisse, objektive, außerhalb des Subjekts gelegene Thatsachen gebunden, insofern es nicht auf bloßer Einfalt oder Dummheit beruht, was aber leicht entdeckt und wodurch nur die misera plebs getäuscht werden kann.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, daß die von Kant unter c. Abs. 3 behauptete Art der inneren Anschauung vollkommen unmöglich ist. Überhaupt, hätte der Mensch nur eine Fähigkeit in sich, die mit keinem objektiv gegebenen Maßstabe, also irgendwie durch Vergleichung mit der Außenwelt gemessen werden könnte, so wären ihm alle Mittel abgeschnitten, dieselbe sich zum Bewußtsein zu bringen. Kant abstrahiert von allem: von der gegebenen Welt, von seiner Art, sich selbst innerlich anzuschauen, von seiner Sinnlichkeit, von seinem Verstande. Daß aber so etwas gar nicht fertig zu bringen ist, das hat er nicht erwogen. Kant ist kritisch gegen die Metaphysiker seiner Zeit, durchaus unkritisch aber gegen seine eigene Metaphysik. Das ist sein einziger Fehler.

Damit beschließe ich die Kritik der transscendentalen Ästhetik. Ich bin der Überzeugung, daß das Fundament derselben dermaßen zerstört und durchlöchert ist, daß es niemand mehr gelingen wird, dasselbe wiederum aufzurichten.

Schutzvorrichtungen bei Nymphalidenraupen.

Von

Dr. W. Müller in Greifswald.

Gegenüber den Versuchen, Form und Färbung der Organismen direkt aus den Existenzbedingungen derselben, aus ihren Beziehungen zur Umgebung, zu anderen Organismen zu erklären, die Zweckmäßigkeit von Form und Färbung nachzuweisen, scheint es berechtigt, auch einmal auf gewisse Schwierigkeiten hinzuweisen, die sich in manchen Fällen einer solchen Erklärung entgegenstellen. Bevor wir aber dazu übergehen, diese Schwierigkeiten bei der Besprechung des Schutzes, welchen gewisse Schmetterlingsraupen genießen, nachzuweisen, müssen wir eine Unterscheidung in den Schutzmitteln machen, welche wir bei Tieren überhaupt finden. Die Einteilung, die ich zum Teil mit Rücksicht auf die im weiteren Verlauf aufzuzeigenden Schwierigkeiten vorschlage, ist die, daß wir unterscheiden zwischen Mitteln, die das Tier 1) seinem Feind gefährlich, unangenehm, ungenießbar machen, und Mitteln, die es 2) dem Auge der Feinde entziehen.

In der erstgenannten Gruppe werden wir zunächst alle Waffen im eigentlichen Sinn begreifen: starkes Gebiß, Krallen, die Absonderung von Giften, die in dem Feind beigebrachte Wunden ergossen werden; es sind das Mittel, die sowohl der Verteidigung wie dem Angriff dienen; weiter rechnen wir hierher die Bedeckung des Körpers mit Dornen oder Stacheln, die den unvorsichtigen Feind verletzen, wie wir sie beim Igel, manchen Fischen, zahlreichen Raupen finden — ferner die Absonderung übelriechender Stoffe durch besondere Drüsen, z. B. bei marderartigen Raubtieren, Papilionenraupen etc. — schließlich allgemeinen üblen Geschmack, der sich bei zahlreichen Insekten findet. — Ziemlich allgemein sind Tiere, die eine von den verschiedenen hier angedeuteten Arten des Schutzes genießen, auffällig gefärbt, so daß sie leicht gesehen werden. Es gereicht das den Tieren augenscheinlich zum Vorteil. Nachstellende Feinde werden durch die auffällige Färbung gewarnt, Erfahrung hat sie gelehrt, daß solch auffälliges Kleid einem ungenießbaren Bissen angehört; sie werden dadurch von einem unbedachten Angriff abgehalten, der dem angegriffenen Tier doch leicht verhängnisvoll werden könnte. Damit stimmt überein, daß besonders Insekten fressende Tiere eine gewisse Scheu vor auffällig gefärbten Insekten zeigen.

Neben diesen Vorteilen kann ja eine auffällige Färbung auch Nachteile mit sich bringen, so besonders für Tiere, welche nicht nur verfolgt werden, sondern auch selbst verfolgen; für sie wird die auffällige Färbung ein Hindernis bei der Beschleichung der Beute. Aus solch widersprechenden Interessen mögen sich scheinbar widersprechende Thatsachen erklären, wie z. B. die folgende: Von den beiden Gattungen von Giftschlangen, die sich in Südbrasilien finden, *Elaps* und *Bothrops*, sind die Vertreter der einen, *Elaps*, höchst auffällig gefärbt, so ist *Elaps corallina* ziegelrot mit schwarzen und gelben Ringen; es erscheint unmöglich, sie in irgend welcher Umgebung zu übersehen. Die Vertreter der anderen, *Bothrops*, sind braun, braungelb und schwarz, die drei Farben unregelmäßig gemischt. Sie sind zwischen dürrem Laub, wo sie sich vorwiegend aufhalten, schwer zu sehen, sind sympathisch gefärbt. Der Widerspruch erklärt sich, wie gesagt, leicht aus den widersprechenden Interessen.

Wir wenden uns zur zweiten Gruppe von Schutzmitteln, deren Wirkung die ist, daß sie das Tier dem Auge seiner Feinde entziehen. Sie finden sich, wenn auch nicht ausschließlich, so doch vorwiegend bei solchen Tieren, die der zuerst aufgezählten Schutzmittel entbehren. Die Mittel, um sich dem Auge der Feinde zu entziehen, sind sehr verschiedene, doch mögen wir drei Hauptformen unterscheiden: 1) Verkriechen, 2) allgemeine Ähnlichkeit mit der Umgebung oder sympathische Färbung, 3) besondere Ähnlichkeit oder Nachahmung — Mimicry.

Das Verbergen durch Verkriechen bedarf keiner weiteren Erörterung; Höhlen grabende Säugetiere und Vögel, Insektenlarven, die sich ein Gehäuse fertigen, und verwandte Fälle liefern zahlreiche auch dem Laien bekannte Beispiele. Auch für sympathische Färbung liegen die Beispiele nahe; das am häufigsten genannte ist wohl, daß die Tiere der Region des ewigen Schnees vorwiegend weiß gefärbt sind. Am auffälligsten tritt die Beziehung zwischen Umgebung und Färbung da zu Tage, wo die Umgebung die Färbung des Tieres direkt beeinflußt, das Tier die Färbung der Umgebung in kürzester Zeit, in wenigen Minuten annimmt, allerdings nur in gewissen Grenzen. (Sogenannte chromatische Funktion, welche sich bei Krebsen, Fischen, Amphibien, Reptilien findet.)

Zwischen den Schutzvorrichtungen, die wir als sympathische Färbung oder allgemeine Ähnlichkeit, und denen, welche wir als besondere Ähnlichkeit oder Nachahmung bezeichnen, existiert eine scharfe Grenze natürlich nicht, es fehlt nicht an vermittelnden Formen, doch erscheint die Gegenüberstellung im allgemeinen berechtigt. Beispiele für die Nachahmung sind ja hinreichend bekannt geworden; fertige Insekten oder Insektenlarven, die ein Zweigstückchen, ein welkes oder grünes Blatt mit allen Einzelheiten der Zeichnung täuschend wiedergeben, sind in neuerer Zeit mit Vorliebe beschrieben und abgebildet worden. Auch die Nachahmung ungenießbarer Formen durch genießbare reiht sich hier naturgemäß an.

Ich kann diesen kurzen Überblick der Mittel zum Verbergen oder zum Täuschen des Feindes nicht schließen, ohne eine Bemerkung daran zu knüpfen, die sich dem aufdrängt, welcher die Tierwelt überhaupt und besonders die an eigenartigen Formen so unendlich reiche tropische Tier-

welt nicht aus unseren Sammlungen, sondern an Ort und Stelle in ihrer natürlichen Umgebung kennen gelernt hat. Es ist die, daß wir uns hier nur eine höchst unvollkommene Vorstellung machen können von der Wirksamkeit der fraglichen Schutzmittel und dem Umfang, in dem sie sich finden. Ich darf wohl, um zu zeigen, wie das möglich, ein Bild brauchen: Ein gewandter Maler weiß in wenigen charakteristischen Strichen, mit wenigen bunten Klecksen ein Bild zu schaffen, das uns im ersten Augenblick durch Wahrheit der Wiedergabe überrascht, das wir aber nicht näher betrachten, nicht analysieren dürfen, ohne uns die Illusion zu rauben. Meist verhält sich die Natur wie ein solcher Maler, ihre Bilder sind uns aber ohne den richtigen Hintergrund, ohne die richtige Beleuchtung unverständlich. Selten verhält sie sich wie ein Genremaler, der sorgfältig jeden Gegenstand ausführt. Was wir als Nachahmung bewundern, das sind die Bilder, die uns durch die Wiedergabe der Einzelheiten in Staunen setzen; dieselben bewirken aber nicht immer die vollkommenste Täuschung.

Wer hält es z. B. für möglich, daß man einen jener großen *Caligo*, der im Sitzen dem Auge eine Fläche bietet halb so groß wie eine Hand, welche Fläche lebhaft weiß, braun und schwarz gefärbt ist, daß man ein solches Tier übersieht. Und doch haben wir die größte Mühe, ein Tier, das sich vor unseren Augen in einen Busch, zwischen die dürren herabhängenden Blätter eines Bananenbaumes setzt, aufzufinden, obwohl hier unsere Aufmerksamkeit auf das Tier gelenkt ist, obwohl wir wissen, was wir auf eng begrenztem Raum zu suchen haben. So gut gibt die Zeichnung der Unterseite der Flügel den unregelmäßigen Wechsel zwischen Licht und Schatten wieder, wie er sich an ähnlichen Lokalitäten findet. Dabei ist charakteristisch die Sicherheit, mit der die Tiere den passenden Zufluchtsort zu wählen wissen. Es ließe sich diesem Beispiel leicht eine Anzahl ähnlicher anreihen.

Mehr als an irgend einem Punkt muß unsere Kenntnis unvollkommen bleiben da, wo es sich um die Nachahmung bewehrter Tiere durch ungeschützte handelt, da hier ein Moment in Betracht kommt, das wir seiner Natur nach aus unseren Sammlungen nicht kennen lernen können: die Bewegungsweise der Tiere. Das nachahmende Tier zeigt meist täuschend die Bewegungen des nachgeahmten. Jene kleinen Schmetterlinge aus der Familie der Glaucopiden, die gewissen Wespen so überaus ähnlich, daß sie uns auch tot noch zu täuschen vermögen, haben im Leben ganz die Haltung der Flügel, die unruhigen hastigen Bewegungen, den unregelmäßigen Flug einer Wespe. Hier handelt es sich um die Vervollständigung einer an sich schon recht täuschenden Kopie, in manchen Fällen ist aber die Bewegung das einzige, was zu einer Täuschung Veranlassung geben kann; liegt das Tier tot vor uns, so fragen wir uns erstaunt, worin denn die Ähnlichkeit liegt, wie es möglich gewesen ist, daß wir getäuscht wurden. Es erscheinen diese Verhältnisse beachtenswert: sie zeigen einmal, wie diese Form des Schutzes eine viel weitere Verbreitung haben kann, als wir nach dem in unseren Sammlungen vorhandenen Material anzunehmen geneigt sein werden, anderseits lehren sie uns, welche Rolle für unser Auge, für das Erkennen gewisser Tiere, besonders gewisser Insektengruppen die Bewegungsweise der Tiere spielt. Es wird

das ja auch hier niemand leugnen wollen, doch wird man sich dessen unter den gegebenen Verhältnissen erst voll bewußt.

Wir beschließen damit die Übersicht der Schutzmittel, obwohl es nicht an Schutzmitteln fehlt, die sich keiner der beiden Gruppen wohl einreihen lassen, oder wenn sie das thun, mit keiner der dort genannten Hauptformen zu vergleichen sind; doch mögen wir uns auf das Gegebene beschränken.

Die Gegenüberstellung, die wir anfangs machten, die zunächst als eine willkürliche erscheint, gewinnt eine innere Berechtigung dadurch, daß sich beide Formen des Schutzes ausschließen. Die unter 1) aufgezählten Schutzmittel bringen es mit sich, daß das Tier die Aufmerksamkeit seiner Feinde auf sich lenkt, bei den unter 2) genannten ist das Umgekehrte der Fall. Erfahrung und Resultate der Spekulation decken sich hier im allgemeinen. Ausnahmen nach der einen oder anderen Richtung, die wir erwähnten, fanden auch eine befriedigende Erklärung. Indessen fehlt es nicht an Ausnahmen, bei denen eine ähnliche Erklärung, wie wir sie beispielsweise für die sympathisch gefärbte Giftschlange *Bothrops* versucht oder wie sie anderweitig für die ungenießbare Formen nachahmenden Schmetterlinge gegeben worden ist, keine Anwendung findet.

Wenn wir uns nun bei dem Versuch, solche Ausnahmen, solche der Regel widersprechende Thatsachen aufzufinden, auf eine kleine Gruppe beschränken, so scheint das den Vorzug zu haben und darin seine Berechtigung zu finden, daß, wenn es uns gelingt, innerhalb einer durch natürliche Verwandtschaft eng begrenzten Gruppe Thatsachen aufzuweisen, die sich teils mit der oben aufgestellten Regel decken, teils ihr widersprechen, sich also untereinander widersprechen, solche Thatsachen eher Beachtung verdienen, als wenn sie den verschiedensten Familien oder auch grösseren Gruppen des Tierreichs entnommen werden. Innerhalb einer solchen eng begrenzten Gruppe sind die Beziehungen zur Außenwelt möglichst ähnliche, oder richtiger, es ist die Wahrscheinlichkeit eine geringe, daß Unterschiede in diesen Beziehungen existieren, die dem Beobachter entgehen. Weiter scheinen die Schmetterlingsraupen, worauf schon von anderer Seite hingewiesen worden ist, mehr geeignet, zum Objekt einer derartigen Untersuchung zu dienen, als zahlreiche andere Tiere. Die Beziehungen zur Außenwelt sind bei ihnen einfachere als in zahlreichen anderen Gruppen: einmal verfolgen sie nicht, werden nur verfolgt, sodann fällt bei ihnen jenes Moment weg, das in seiner besonderen Wirkungsweise unserem Verständnis am schwersten zugänglich ist, die geschlechtliche Zuchtwahl. So scheint, wenn wir von inneren Bildungsgesetzen absehen, nur der Schutz gegen Nachstellung die Form und Färbung der Raupe zu bestimmen.

Wir wenden uns zunächst zu den Raupen der Nymphaliden[1]. Dieselben bieten Beispiele für die Mehrzahl der Formen des Schutzes, die wir oben unterschieden: Tiere, die durch widrigen Geschmack, durch

[1] Wegen einer näheren Begründung der hier ausgesprochenen Ansichten über Phylogenese der Nymphalidenraupen, Bedeutung von Gewohnheiten etc. muß ich auf meine ausführlichere Publikation „Südamerikanische Nymphalidenraupen", Jena, Gustav Fischer, 1886, verweisen.

Dornen geschützt sind, solche die ein übelriechendes Sekret absondern, andere, die sich verkriechen oder die sympathisch gefärbt sind; auch an Nachahmung lebloser Körper fehlt es nicht.

In der Mehrzahl fügen sich die Tiere der oben aufgestellten Theorie, daß sich Schutzmittel, durch die die Tiere ungenießbar oder dem Feinde unangenehm werden, und Mittel zum Verbergen ausschließen. Die Raupen der Acraeinae, Heliconinae, zum Teil auch die der eigentlichen Nymphalinae sind dicht mit Dornen bedeckt, welche dieselben vor ihren Feinden schützen. Entsprechend sind dieselben auffällig gefärbt, vorwiegend schwarz, zum Teil mit lebhafter heller Zeichnung; es sind Formen, die zwischen grünem Laub, wo sich die Tiere auch bei Tage aufhalten, gesehen werden müssen. Die Wirkung der auffälligen Zeichnung wird häufig durch gesellige Lebensweise vermehrt.

Weiter sind die Raupen der Morphinen, von denen mir nur Vertreter der Gattung *Morpho* bekannt geworden sind, dicht mit langen steifen Haaren bedeckt, die bei unvorsichtigem Anfassen in die Haut eindringen und dort abbrechen. Alle mir bekannt gewordenen Vertreter dieser Gattung, im ganzen fünf Arten, zeigen mit Ausnahme von *Morpho menelaus*, dessen Raupe schwarz und grün, die Farben schwarz, rot, gelb, weiß. Allgemein wird die Wirkung dieser lebhaften Farben dadurch verstärkt, daß die Tiere gesellig leben. Die Raupen von *Morpho Hercules* sitzen in Gesellschaften von oft über 100 Individuen eine neben der anderen an Baumstämmen und bieten so, da die Raupen groß, eine ganz beträchtliche lebhaft gefärbte Fläche, die kaum zu übersehen ist. Ähnlich die Raupen von *Morpho epistrophis*, welche zu roten Klumpen zusammengeballt an den Zweigen der Futterpflanze hängen. Ein Umstand ist dabei auffallend: Wir nehmen an, daß die bei Raupen weit verbreitete Gewohnheit, bei Tage zu ruhen und nur des Nachts zu fressen, in Zusammenhang steht mit dem Bedürfnis sich zu verbergen. Von diesem Bedürfnis kann bei den genannten Morphos keine Rede sein, und doch haben sie die fragliche Gewohnheit.

Wenden wir uns zu den Raupen, welche sympathisch gefärbt sind, so fehlen denselben der Mehrzahl nach ähnliche Schutzmittel wie Dornen oder Borsten. Die Raupen der Satyriden, Brassoliden, besitzen keine eigentlichen Dornen, sind mit kurzen weichen Haaren bedeckt. Sie sind, so weit bekannt, sämtlich sympathisch gefärbt, grün mit paralleler Längsstreifung (entsprechend der parallelen Nervatur der Monokotylen, an denen sie ausschließlich leben), wenn sie sich am frischen Laub aufhalten, gelblich mit unregelmäßig dunkleren Schrägstrichen oder Zickzacklinien, wenn sie sich bei Tage zwischen dürres Laub an der Basis der Stengel verkriechen. Beide Zeichnungsformen können im Lauf der individuellen Entwickelung wechseln, wo dann mit dem Wechsel in der Zeichnung ein Wechsel in der Lebensweise Hand in Hand geht. Dabei scheint stets die braungelbe Farbe der grünen zu folgen. Die Arten der Gattung *Brassolis* schützen sich, soweit sie mir bekannt, indem sie sich einen derben Sack aus Gespinst fertigen, der zwischen Blättern befestigt und äußerlich mit Blättern bedeckt wird. In diesem Sack, der stets von einer größeren Gesellschaft zugleich bewohnt wird, verbergen sie sich

bei Tage, verlassen ihn nur des Nachts, um auf Nahrung auszugehen. Den Brassolinae, Satyrinae schließen sich in der Art des Schutzes, den sie genießen, die dornenlosen unter den eigentlichen Nymphalinen an, die Gattungen *Prepona, Agrias, Siderone, Anaea, Protogonius*, doch haben wir es hier vorwiegend nicht mit sympathischer Färbung, sondern mit Nachahmung im engeren Sinn, zum Teil mit Anpassung an ein höchst eigenartiges selbstgeschaffenes Versteck zu thun. Manche, wie *Anaea* und *Protogonius* verkriechen sich während der letzten Stadien.

Soweit fügen sich die Nymphalidenraupen sehr wohl den oben aufgestellten Gesichtspunkten über Beziehung zwischen Färbung und Schutzmittel, und es ist immerhin die große Mehrzahl der Formen, die sich fügt. Das muß hervorgehoben werden, da die ausführlichere Besprechung der Ausnahmen zu dem Gedanken führen könnte, daß die Ausnahmen überwiegen, die Regel nur willkürliche Annahme sei.

Wenden wir uns zu den Ausnahmen. Manche Brassoliden, wie z. B. *Opsiphanes*, verbinden mit sympathischer Färbung ein eigentümliches Schutzmittel; sie stülpen, wenn gestört, einen vor den Beinen des ersten Brustrings befindlichen, gewöhnlich eingezogenen Fortsatz aus und verbreiten dadurch einen unangenehmen Geruch, der, nach der Wirkung auf unsere Geruchsorgane zu urteilen, den Raupen einen ganz kräftigen Schutz verleihen muß. Das genannte Organ findet sich, beiläufig bemerkt, bei den Schmetterlingsraupen in sehr weiter Verbreitung, funktioniert aber in der Mehrzahl der Fälle nicht mehr, weshalb es ziemlich allgemein übersehen wird. Von den Nymphaliden benutzen es außer den Brassoliden wohl nur die Morphiden. Die Brassoliden bieten innerhalb der betrachteten Gruppe das erste Beispiel dafür, daß sich sympathische Färbung mit einem Schutzmittel verbindet, welches das Tier seinen Feinden unangenehm macht.

Die dornigen Nymphalidenraupen sind wie gesagt überwiegend auffallend gefärbt, zeigen sich dem Blick der Feinde, einige Arten aber, so *Gynaecia dirce* und Arten von *Pyrameis* verbinden mit wohl entwickelter Bedornung und auffälliger Zeichnung — *Gynaecia* ist samtschwarz mit lebhaft gelben Punkten, *Pyrameis* schwarz mit weißen Querbinden und orange Flecken — Gewohnheiten, die sie dem Auge der Feinde entziehen. *Pyrameis* verbirgt sich zwischen zusammengesponnenen Blüten, *Gynaecia* beißt die Nerven der großen Blätter einer *Cecropia* durch, so daß die Blätter wie ein Schirm zusammenklappen, und verbirgt sich unter diesem Schirm. So finden wir hier mit auffälliger Zeichnung ein Schutzmittel verbunden, das die Wirksamkeit der auffälligen Zeichnung direkt aufhebt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Hypanartia* und *Didonis*.

Innerhalb einer Reihe von Gattungen, die sich durch Raupe und Puppe scharf als eine natürliche Gruppe charakterisieren, von mir als Epicaliinae bezeichnet, finden wir fast ausnahmslos, wenigstens in dem letzten Stadium, sympathische Färbung, daneben alle Übergänge von einer wohl entwickelten Bedornung zu einer fast vollständigen Rückbildung derselben. Zweierlei scheint dabei zu beachten: 1) die sympathische Färbung ist an Stelle einer auffälligen Färbung getreten, dafür spricht deutlich genug die individuelle Entwickelung; 2) die Rückbildung der

Dornen, wie sie sich besonders innerhalb der Gattungen *Callicore*, *Haematera*, *Catagramma* zeigt, hat unter dem Einfluß der sympathischen Färbung stattgefunden. So finden wir mit einer wohl entwickelten Bedornung einmal auffällige Färbung (*Ageronia* etc.), das anderemal sympathische Färbung (*Catonephele*, *Myscelia*). Anderseits hat der Übergang zur Schutzfärbung einmal zu einer weitgehenden Rückbildung von Dornen geführt, so bei *Haematera* etc., das anderemal ist die Bedornung geblieben (*Catonephele*).

Die Widersprüche häufen sich, wenn wir die individuelle Entwickelung einer genaueren Betrachtung unterziehen. Bei allen dornigen Nymphalidenraupen entbehrt das erste Stadium der Dornen; das beruht auf Ursachen, die sich nicht ganz unserer Beurteilung entziehen, aber an dieser Stelle nicht besprochen werden können; so mögen wir das erste Stadium hier unberücksichtigt lassen. Bei einer großen Zahl von Formen hat das Tier mit der ersten Häutung seine definitive Form erlangt, Dornen und Körper nehmen von da ab annähernd in gleichem Verhältnis zu (Heliconinae, Vanessinae, Diademinae). Bei einer anderen Formenreihe erlangt das Tier nicht mit der ersten, sondern mit einer späteren Häutung die definitive Form; der definitiven Form geht eine andere voraus, die ich als die embryonale bezeichnet habe, bei der die Dornen unscheinbare höckerige Wärzchen darstellen. Ich habe an anderem Ort versucht wahrscheinlich zu machen, daß diese embryonale Form eine nachträgliche Modifikation der definitiven sei, entstanden unter dem Einfluß einer eigentümlichen Gewohnheit, einer eigentümlichen Art sich zu verstecken. Das Tier baut sich aus seinen eigenen Kotballen eine Sitzstange, welche als Verlängerung der kahlgefressenen Mittelrippe des Blattes erscheint, sitzt an dieser in der Ruhe, erscheint hier wie ein Schmutzklümpchen. Hier findet ein Wechsel zwischen beiden Arten des Schutzes innerhalb der individuellen Entwickelung statt; der Schutz der Dornen, der für das eine Stadium genügt, genügt, so müssen wir schließen, nicht für das andere, an seine Stelle ist das Verstecken getreten.

Zu ähnlichen Resultaten kommen wir, wenn wir versuchen, uns ein Bild der Entwickelung zu machen, wie sie der Stamm der Nymphaliden als Raupe durchlaufen, und das scheint bei einem Vergleich der Formen, wie sie heute existieren, innerhalb gewisser Grenzen möglich, wenn wir auch nicht, das bedarf kaum einer besonderen Erwähnung, glauben, daß uns irgend eine Form treu die Stammform einer Gruppe erhalten habe.

Formen mit sechs Reihen unverzweigter Dornen, wie sie heute die Heliconinae zeigen, dürften den Ausgangspunkt bilden. Eine Vermehrung der Dornenreihen von 6 auf 9 hat zu Formen geführt ähnlich denen der Vanessinae, Diademinae. Weiter hat eine Komplikation in der Gestalt der Dornen stattgefunden, aus unverzweigten Dornen sind verzweigte geworden, z. B. *Gynaecia*. Wohl im Zusammenhang mit bestimmten Gewohnheiten hat sich eine weitgehende Differenzierung innerhalb der Dornen bestimmter Reihen geltend gemacht, einzelne Dornen sind sehr lang geworden, haben die Funktion benachbarter Dornen mit übernommen, welche letztere dann verkürzt sind (z. B. *Ageronia*). Annähernd alle Formen,

die sich einem der hier kurz charakterisirten Formenkreise einreihen lassen, verbinden mit der wohl entwickelten Bedornung auffällige Färbung, einzelne sind indessen bereits zu versteckter Lebensweise übergegangen. Gerade aus dem Formenkreis, welcher in der Form und dem Längenverhältnis der Dornen die kompliziertesten Verhältnisse zeigt, sind selbständig verschiedene Zweige hervorgegangen, die sozusagen auf den durch die Dornen in ihrer ursprünglichen Form gewährten Schutz verzichten. Ich nenne folgende drei Gruppen 1) Epicaliinae (*Catonephele. Eunica. Catagramma* etc.), 2) Dynamine, 3) Adelphinae (*Adelpha, Limenitis, Neptis*). Die Verhältnisse, welche wir bei den Epicaliinae finden, wurden oben bereits kurz besprochen. Bei *Dynamine* sind die Dornen in den Dienst einer besonderen Nachahmung getreten, stellen Drüsenhaare der Futterpflanze dar, weiter haben sie in dieser Gattung eine weitgehende Rückbildung erfahren. Die Funktion, welche die Dornen bei den Adelphinae haben, ist schwer zu bestimmen, wenigstens nicht mit wenigen Worten zu charakterisieren, doch hat jedenfalls auch hier ein Verzichtleisten auf den durch die Dornen in ihrer ursprünglichen Form gewährten Schutz stattgefunden. Auch hier führt der Wechsel in der Funktion im weiteren Verlauf zu einer weitgehenden Rückbildung der Dornen, wie wir sie bei *Neptis* finden. *Neptis* ähnliche Formen haben den Übergang gebildet zu den sogenannten Dornenlosen (*Prepona* etc.), bei denen wir wieder die Wurzel für die Familien der Satyrinae, Morphinae, Brassolinae zu suchen haben. Es ist ein eigentümliches Bild, was sich uns hier bietet: ein Schutzmittel in stetiger Komplikation, und gerade am Punkt der höchsten Entwickelung eine Umkehr zum entgegengesetzten Schutzmittel.

Werfen wir noch einen Blick auf andere Schmetterlingsfamilien. Bei den Saturniden finden wir wohl entwickelte Bedornung und mit dieser verbunden 1) auffallende Färbung und die Gewohnheit, sich frei zu zeigen, zugleich gesellige Lebensweise; 2) sympathische Färbung; 3) die Gewohnheit, sich in ein Gespinst zu verkriechen; weiter geht innerhalb dieser Familie die Bedornung mehr oder weniger vollkommen verloren.

In der Familie der Hesperiden haben, soweit mir bekannt, alle Arten die Gewohnheit, sich zwischen zusammengesponnenen Blättern zu verbergen. Mit dieser Gewohnheit verbindet die Mehrzahl der Arten grüne Färbung, das Tier ist sympathisch gefärbt, nur der Kopf ist ziemlich allgemein lebhafter gezeichnet. Einige Arten aber, die ich leider nicht namhaft zu machen weiß, haben höchst auffällig bunt gefärbte Raupen. Jedenfalls haben sich diese Arten dereinst offen gezeigt, das bunte Kleid hat ihnen als Widrigkeitszeichen gedient.

Die Raupen der Papilioniden besitzen bekanntlich auf dem Rücken des Prothorax zwei fleischige Fortsätze, die gewöhnlich eingezogen sind, beim Ausstülpen einen unangenehmen Geruch verbreiten, und sie verbinden damit auffällige Färbung. Einige Arten aber, wie *Toas, Asius* und Verwandte haben sympathische Färbung angenommen, richtiger: zeigen Nachahmung.

Alle die angeführten Thatsachen, welche der vorgetragenen Theorie über Beziehung zwischen Färbung und Schutzmittel widersprechen, lassen sich ziemlich ungezwungen auf einen Wechsel in der Lebensweise, sozu-

sagen in der Wahl der Schutzmittel zurückführen. In der Mehrzahl der Fälle wurde das schon gesagt, als wir die Thatsachen gaben, in anderen liegt der Nachweis nahe, für einzelne gelingt er nicht ohne eine Diskussion der Zeichnung, auf die wir hier verzichten müssen. Wird solcher Wechsel vorausgesetzt, so löst sich der Widerspruch in den meisten Fällen; von den nach der obigen Theorie sich ausschließenden Eigenschaften, die sich bei einem Individuum vereinigt finden, ist die eine zu betrachten als mehr oder weniger bedeutungsloser Rest aus einer Zeit, wo das Tier unter anderen Verhältnissen lebte, einen anderen Schutz genoß.

Beispielsweise betrachten wir die bunte Färbung mancher Hesperidenraupen als Rest aus einer Zeit, wo die Tiere, durch irgend welches Mittel ihren Feinden unangenehm, sich offen zeigten. Indem sie zur entgegengesetzten Art des Schutzes übergingen, sich zwischen zusammengesponnene Blätter verkrochen, wurde es für sie gleichgültig, welcherlei Färbung sie besaßen, sie waren in ihrer Höhle nicht mehr sichtbar, wenn sie bunt, als wenn sie grün gefärbt waren; so konnte sich die bunte Färbung als bedeutungsloser Rest erhalten. Diese Annahme scheint die Thatsachen einfach zu erklären, höchstens können wir uns darüber wundern, daß sich die bunte Färbung nicht allgemeiner, wir können sogar sagen nicht ganz allgemein bei Hesperidenraupen erhalten hat, da wir besonders mit Rücksicht auf die Färbung des Kopfes annehmen, daß alle Hesperiden früher bunt gefärbte Raupen besaßen, und da weiter die Färbung für eingesponnene Tiere gleichgültig ist. Die Thatsache wäre auffallend, wenn an Stelle der bunten Pigmentierung eine grüne Pigmentierung getreten wäre; so liegen indessen die Verhältnisse nicht, der Übergang von bunter Färbung zu einfach grüner ist lediglich durch eine Rückbildung jedes Pigmentes bewirkt, wodurch die grüne Körpermasse sichtbar wird.

Ähnlich würden die anderen Fälle zu erklären sein, wenn auch die Verhältnisse nicht immer so einfach liegen. Die Möglichkeit einer ähnlichen Erklärung für alle aufgeführten Fälle angenommen, so wären wenigstens alle die verschiedenen Thatsachen auf die gleiche Erscheinung zurückgeführt. Die Schwierigkeit ist damit keineswegs gelöst, doch liegen die Verhältnisse insofern einfacher, als es eine und dieselbe Frage ist, die wir für alle Fälle zu stellen haben, die Frage: wie ist ein Wechsel in den Schutzmitteln möglich?

In allen den Fällen, die wir hier besprachen, lassen die Verhältnisse, wenn wir uns einmal zur Annahme eines Wechsels bequemen, augenscheinlich nur die eine Deutung zu: der Wechsel hat in einem Aufgeben des durch Widrigkeit, Dornen etc. gewährten Schutzes und der mit diesem Schutz verbundenen Auffälligkeit bestanden. Zum mindesten ist die Auffälligkeit aufgegeben worden, an ihre Stelle das Verbergen getreten, während die Schutzmittel zum Teil erhalten sind. Man könnte daraus, daß in allen betrachteten Fällen der Wechsel in der gleichen Richtung stattgefunden hat, schließen wollen, daß die aufgegebenen Schutzmittel wenig wirksame waren, und darin eine Erklärung des Wechsels finden. Der Gedanke mag uns für einen Augenblick bestechen, doch eben nur für einen Augenblick. Sicher hat der Wechsel in der einen

Richtung ebenso oft stattgefunden wie in der entgegengesetzten, alle durch Dornen geschützten Formen sind aus dornenlosen hervorgegangen — ein Wechsel, den uns die Ontogenese der dornigen Nymphalidenraupen noch heute vor Augen führt; auch widriger Geschmack, übler Geruch und verwandte Schutzmittel sind wohl erst verhältnismäßig spät in der Stammesgeschichte der Schmetterlingsraupen erworben. Wenn uns Spuren eines Wechsels in der oben charakterisierten Richtung häufiger entgegentreten als solche in der umgekehrten, so liegt das wesentlich daran, daß Reste einer auffälligen Färbung und der damit verbundenen Schutzmittel leichter nachzuweisen sind, zum Teil auch mehr Wahrscheinlichkeit haben, erhalten zu werden, als Reste von den Schutzmitteln, welche ein Verbergen bewirken. So bleibt die Frage dieselbe: Wie ist es möglich, daß ein solcher Wechsel in den Schutzmitteln stattfindet?

Ich sagte eingangs, ich wollte Schwierigkeiten aufzeigen, und hier liegt, denke ich, eine solche Schwierigkeit vor. Kann, mit Weismann zu reden, die »rein mechanisch wirkende Naturauslese« Mittel zum Schutze schaffen, nur um sie wieder aufzugeben? Wir mögen von ihr eine Steigerung der Schutzmittel, eine Weiterentwickelung in der gleichen Richtung erwarten, wobei sich die Wege teilen können, die Vervollkommnung in verschiedener Richtung stattfinden kann (wofür gerade die Dornen der Nymphaliden in ihrer verschiedenartigen Gestaltung interessante Beispiele liefern); eine vollständige Umkehr aber scheint undenkbar, undenkbar wenigstens so lange, als die äußeren Existenzbedingungen wesentlich die gleichen sind. Ich kann damit meine Aufgabe als erledigt betrachten, will aber noch mit wenigen Worten die Wege andeuten, auf denen vielleicht eine Lösung der Schwierigkeiten zu suchen ist.

Kein Schutzmittel ist ein vollkommenes; es wird selten volle Sicherheit gewähren gegen eine Art von Feinden, niemals gegen alle Feinde. So mögen beispielsweise die Dornen in gewissen Grenzen Schutz gewähren gegen Vögel und andere Tiere, welche die Raupen verzehren, sie werden keinen oder nur einen sehr unvollkommenen Schutz gewähren gegen Schlupfwespen und Fliegen, welche ihre Eier an und in die Raupen legen, und doch fallen diesen Insekten vielleicht mehr Raupen zum Opfer als den Vögeln. So liegt es nahe, für einen Wechsel in den Schutzmitteln, speziell für Aufgabe des durch Dornen, Widrigkeit etc. gewährten Schutzes und der damit verbundenen auffälligen Färbung den auswählenden Einfluß dieser Insekten heranzuziehen. Freilich wäre erst der Nachweis zu liefern, daß sympathische Färbung oder andere Mittel zum Verstecken Schutz gewähren gegen die Nachstellung dieser Insekten. In dieser Beziehung sind unsere Kenntnisse noch zu unvollkommen, um leidlich gesicherte Schlüsse zu gestatten; die wenigen Erfahrungen, die ich in dieser Richtung gesammelt, scheinen einer derartigen Lösung wenig das Wort zu reden.

Weiter könnte man für den Wechsel in den Schutzmitteln eine Veränderung der Existenzbedingungen verantwortlich machen, eine Annahme, die kaum je direkt zurückzuweisen sein wird, aber auch einer näheren Begründung nicht zugänglich ist, in ihrer Willkürlichkeit etwas Unbefriedigendes hat.

Inwieweit es möglich, auf diesen und ähnlichen Wegen eine Lösung der Schwierigkeit vom Standpunkt der Selektionstheorie zu finden, inwieweit wir berechtigt oder gar gezwungen sind, Faktoren anzuerkennen, die unabhängig von der Selektion die Entwickelung bestimmen (Vervollkommnungsprinzip oder welchen Namen wir sonst wählen mögen), das zu entscheiden ist nicht Aufgabe dieser Zeilen.

Grundlinien einer allgemeinen Psycho-Physiologie.

Von

A. Herzen (Lausanne).

(Fortsetzung.)

Direkter Beweis.

Wenn die psychische Thätigkeit, wie wir am Schlusse des vorigen Artikels[1] anzunehmen genötigt waren, wirklich nichts anderes ist als eine eigentümliche Form molekularer Bewegung, so muß der Verlauf derselben eine gewisse Zeitdauer erfordern; und daß dies thatsächlich der Fall, ist durch das Experiment auf unwiderlegliche Weise dargethan.

Die ersten Beobachtungen in dieser Hinsicht, welche zuerst zufällig und unwillkürlich gemacht, später jedoch beabsichtigt und genau ausgeführt wurden, verdankt die Physiologie den Astronomen. — Maskelyne, Direktor des Observatoriums in Greenwich gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts, bemerkte, daß sein Gehilfe, der den Vorübergang der Sterne auf dem Meridian des Fernrohrs zu verzeichnen hatte, sich regelmäßig eine enorme Verzögerung (von $^1/_2$ bis $^4/_5$ Sekunde) zu schulden kommen ließ, und da er ihn für nachlässig hielt, entließ er ihn. Im Jahre 1828 beobachtete Bessel dieselbe Thatsache, untersuchte sie genauer und konstatierte, daß die Verzögerung der Beobachtung bei verschiedenen Individuen nicht von gleicher Dauer sei und durch Gewohnheit und Übung auf ein Minimum reduziert werden könne; dieses Minimum jedoch ließ sich schließlich nicht mehr verringern, sondern blieb für jedes Individuum konstant. Diese individuelle konstante Verzögerung nannte Bessel die persönliche Gleichung, heute wird sie »Reaktionszeit« genannt. Um die Komplikation zu vermeiden, welche der gleichzeitigen Thätigkeit zweier Sinne notwendigerweise innewohnt und welche den bis dahin gemachten Beobachtungen der Astronomen eine geringere Verläßlichkeit verlieh, prüfte Hirsch in Neuchâtel zuerst, ob, wenn nur ein Sinn mit der Aufnahme des Eindruckes betraut würde, dennoch eine persönliche

[1] s. Heft 2 dieses Bandes, S. 99.

Differenz in der Schnelligkeit zu konstatieren wäre, mit welcher verschiedene Individuen den Moment angeben, in dem der Eindruck sie trifft. Er fand nicht nur, daß die individuellen Unterschiede sich thatsächlich derart verhalten, sondern er konstatierte ferner, daß die Reaktionszeit sich ändert je nach dem Sinne, der in Thätigkeit versetzt wird, und je nach dem mehr oder weniger ausgesprochenen Zustande der Erregung der verschiedenen Sinnesorgane. Nach Hirsch sind es die Gehörseindrücke, auf welche die willkürliche Reaktion am schnellsten erfolgt; bei den Gesichtseindrücken dagegen ist dies am langsamsten der Fall, während die Reaktion auf Tasteindrücke eine mittlere Geschwindigkeit aufweist. Wolf setzte diese Versuche mit Hilfe einer verbesserten Methode fort; nach ihm beeinflußt die Übung ganz ungemein die Dauer der persönlichen Reaktion, und es gelang ihm, die seinige von $^3/_{10}$ auf $^1/_{10}$ Sekunde herabzumindern.

Ähnliche, sehr zahlreiche und sehr verschiedenartige Experimente wurden später von Donders und seinen Schülern an der Universität zu Utrecht gemacht, mittels deren vergleichsweise das Gesicht, das Gehör und der Tastsinn untersucht wurden; so erzeugte Donders z. B. einen Ton, der einem Vokale ähnelte und den die zu untersuchende Person laut wiederholen mußte, während beide Töne mittels der graphischen Methode registriert wurden. Donders fand, daß die Zeit, welche zwischen dem Sinneseindrucke und der Reaktion vergeht, im Mittel $^1/_7$ Sekunde für den Tastsinn, $^1/_6$ Sekunde für das Gehör und $^1/_5$ Sekunde für das Gesicht beträgt; das Minimum, welches für die Anzeige eines Tasteindruckes beobachtet wurde, betrug $^1/_9$ Sekunde.

Aber alle diese Experimente konnten keinerlei Aufklärung über die Dauer des psychischen Aktes erteilen, welcher den Zeitraum ausfüllt zwischen der Sinneserregung und der Hervorbringung der verabredeten Bewegung, welche anzuzeigen hatte, daß die Wahrnehmung stattgefunden habe. Die Dauer des psychischen Aktes blieb nicht nur eine unbekannte Größe, sondern man konnte sogar die Ansicht hegen, daß die Gesamtdauer des Experimentes, von dem Augenblicke des Eindruckes an bis zu dem Augenblicke der Reaktion, durch die peripheren Begleiterscheinungen in Anspruch genommen sei. Denn die Erregung, welche die letzten Nervenendigungen trifft, muß daselbst erst einen gewissen Grad von Intensität erreichen, der genügend ist, die Thätigkeit des Nervenstranges hervorzurufen, und muß sich dann auf das Rückenmark und auf das Gehirn fortpflanzen; im Gehirn muß die Erregung, nachdem sie einen wahrscheinlich sehr komplizierten Weg durchlaufen und auf tausenderlei Art von einem Punkte zum anderen zurückgestrahlt worden, zur Vorstellung werden; diese wiederum muß das subjektive Bild der verabredeten Reaktion wieder erwecken, mit anderen Worten, diese Reaktion dem Gedächtnisse wieder in Erinnerung bringen; die Vorstellung der auszuführenden Bewegung, verbunden mit der vorhergegangenen Wahrnehmung, muß den Willensimpuls hervorrufen; dieser muß einen hinreichenden Grad von Intensität erlangen, um auf die motorischen Nerven überzustrahlen, von den letzteren auf die Muskeln übertragen zu werden und schließlich deren Kontraktion herbeizuführen. Wie groß ist nun bei

diesem komplizierten Vorgange die Dauer des psychischen Aktes allein? Ohne sich direkt mit der Dauer des peripheren oder extracerebralen Teiles des Phänomens zu beschäftigen, weil die chronometrische Bestimmung derselben in den vorliegenden Experimenten unmöglich zu bewerkstelligen ist, ersann Donders ein anderes Verfahren, welchem er folgendes Raisonnement zu Grunde legte: Wenn man nach sehr häufigen Wiederholungen der oben beschriebenen Experimente zu Resultaten gelangt ist, deren Konstanz hinreicht, um einen Mittelwert festzustellen, und man modifiziert dann die Umstände des Experimentes derart, daß ein Einfluß auf den psychischen Akt allein ausgeübt wird, ohne die anderen Umstände zu vermehren oder zu komplizieren: dann können die Verschiedenheiten des Resultates sich nur auf die Verschiedenheiten in der Dauer der Geistesarbeit beziehen.

Aus der großen Anzahl von Versuchen, welche Donders nach diesem Plane vornahm, seien als Beispiel nur die folgenden erwähnt.

Er befestigte an beiden Füßen eines Gehilfen Kupferdrähte, durch welche er einen Induktionsstrom leiten konnte, um nach Belieben den einen oder den anderen Fuß zu reizen; bevor der Strom den Fuß berührte, verzeichnete er selbst den Moment seines Übertrittes auf dem Cylinder des Chronographen. Laut Verabredung sollte der Gehilfe, wenn er den Eintritt des Stromes in den rechten Fuß fühlte, mit der rechten Hand eine Bewegung machen, welche sich augenblicklich von selbst auf dem erwähnten Cylinder markierte; traf der Strom den linken Fuß, so sollte das Zeichen mit der linken Hand gegeben werden. Bei einer ersten Reihe von Versuchen war der Gehilfe vorher in Kenntnis gesetzt worden, auf welchen Fuß der Induktionsstrom wirken werde, er wußte also vorher, mit welcher Hand er das Signal zu geben haben werde; diese Versuchsreihe, welche mit den oben beschriebenen übereinstimmt, diente einzig und allein dazu, die persönliche Gleichung zu bestimmen, wobei sich ein neues Resultat ergab, daß nämlich die linke Hand langsamer reagierte als die rechte. In der Folge mußte diese Verzögerung der linken Hand natürlich in Rechnung gezogen und von den Zahlen, welche für die linke Seite erhalten wurden, abgezogen werden.

Bei der zweiten Versuchsreihe wurde dem Gehilfen nicht vorher mitgeteilt, durch welchen Fuß der Strom gehen würde; er mußte folglich zuerst unterscheiden, welche Seite von demselben getroffen worden, und mußte dann die Hand wählen, welche das Zeichen zu geben hatte, während alle anderen Umstände des Versuches vollkommen unverändert blieben. Die Erregung und mit ihr alle Elemente des Urteils gelangten zu dem Bewußtsein ganz genau so wie in der ersten Versuchsreihe: auch in der zentrifugalen Leitung war durchaus keine Änderung eingetreten; es war eben absolut nichts verändert als die psychische Thätigkeit. Das konstante Resultat dieser Versuche ergab eine Verlängerung der Reaktionszeit von $^1/_{10}$ Sekunde im Mittel. Diese $^1/_{10}$ Sekunde war also der Ausdruck für das Mehr an Zeit, welches zu der Unterscheidung und zu der Wahl verbraucht worden war, d. h. zu einem rein psychischen Akte.

Eine andere Reihe von analogen Versuchen machte Donders mit dem Gesichtssinne: er bestimmte zuerst die physiologische Zeit, d. h. die-

jenige Zeit, welche nötig war, damit die Wahrnehmung eines Funkens, der sich selbst auf dem Chronographen registrierte, mit der einen oder mit der anderen Hand bezeichnet wurde; hierauf ließ er farbige Funken erscheinen, und die Versuchsperson mußte den Unterschied zwischen zwei Farben bestimmen: eine Bewegung der rechten Hand sollte die eine, eine Bewegung der linken die andere Farbe bezeichnen. Hier war eine doppelte Unterscheidung und eine doppelte Wahl zu vollbringen. Diese Versuchsreihe, welche sich auf fünf Personen ausdehnte, ergab thatsächlich ein noch bestimmteres Resultat als die vorhergehende: die psychologische Verzögerung, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, betrug $^{12}/_{100}$ bis $^{18}/_{100}$ einer Sekunde. Ein dem vorigen sehr ähnlicher Versuch ist folgender: Es gibt Geissler'sche Röhren, welche in Form von Buchstaben gebogen sind und welche im Augenblicke des Durchganges eines elektrischen Funkens leuchten. Donders ließ auf diese Weise abwechselnd zwei Vokale erscheinen, welche der Gehilfe laut nennen mußte; in einer ersten Versuchsreihe wußte dieser vorher, welcher Vokal erscheinen würde, in einer zweiten dagegen war dies nicht der Fall, und er war nun folglich genötigt, die Entscheidung zu treffen, bevor er das verabredete Zeichen gab. Die Verlängerung der Reaktionszeit bei dieser letzteren Versuchsreihe betrug im Mittel $^{16}/_{100}$ einer Sekunde. Da Donders endlich auch noch das Verhalten bei Gehörseindrücken prüfen wollte, begann er seine Beobachtungen damit, daß er von einem Gehilfen einen Vokal wiederholen ließ, den er selbst ihm vorsprach; bei der ersten Versuchsreihe nannte er vorher den Vokal, den er aussprechen würde, bei der zweiten dagegen unterließ er dies und wählte willkürlich den Vokal, der wiederholt werden sollte. Die erste Reihe ergab $^{18}/_{100}$ Sekunde, die zweite mehr als $^{2}/_{10}$, und diese Differenz verringerte sich durch die Übung um $^{1}/_{3}$. Obgleich jedoch bei den letzteren Versuchen zwischen den beiden vergleichenden Reihen keine andere Differenz vorhanden war als die des psychischen Aktes, der etwas komplizierter war, wo es sich darum handelte, zwischen zwei Eindrücken zu unterscheiden und zwischen mehreren Reaktionen zu wählen, blieb noch ein plausibler Einwurf zumeist bei jenen Fällen zu entkräften, in denen der Gehilfe nicht vorher genannte Vokale zu wiederholen hatte: man konnte nämlich der Ansicht sein, daß die Verlängerung der physiologischen Zeit von der Akkommodation des Sprachapparates abhinge, welche Akkommodation je nach dem Laute, der hervorgebracht werden mußte, verschieden war. Diesen Einwurf übersah Donders nicht, und er veranlaßte ihn zu weiteren Versuchen, in denen die Akkommodation der Muskeln von dem rein psychischen Akte gesondert wurde. Er ersann nun die Methode, verschiedene Vokale auszusprechen, aber nur einen und zwar stets denselben wiederholen zu lassen, so oft derselbe ertönte, während die anderen Vokale unbeantwortet blieben. Auf diese Weise hielt der Gehilfe, ohne vorher zu wissen, welcher Vokal würde ausgesprochen werden, seine Sprachorgane fortwährend bereit, den verabredeten Laut nachzusprechen, sobald dieser an sein Ohr schlagen würde. Drei vergleichende Versuchsreihen wurden nach diesem Plane unternommen. In der ersten sprach der Untersuchende nur einen einzigen Vokal aus, den der Gehilfe stets

wiederholen mußte; in der zweiten wurden verschiedene Vokale vorgesprochen, welche der Gehilfe sämtlich nachsprechen mußte; in der dritten Reihe endlich wurden von dem Untersuchenden ebenfalls verschiedene Vokale vorgesprochen, der Gehilfe durfte aber nur einen derselben, der vorher vereinbart worden, nachsprechen. Die erhaltenen Resultate sind folgende:

Das Mittel der physiologischen Zeit in der 1. Reihe: 0,201 einer Sekunde,
» » » » » » » 2. » 0,284 » »
» » » » » » » 3. » 0,237 » »

Man sieht aus diesen Zahlen, daß die Ausführung einer unerwarteten Bewegung thatsächlich eine gewisse Zeit erfordert, welche durch die Differenz zwischen der zweiten und der dritten Reihe ausgedrückt wird und 0,047 einer Sekunde beträgt. Aber es bleibt unentschieden, ob diese Differenz dem Willensakte, der geistigen Arbeit ihren Ursprung verdankt oder nur der Muskelakkommodation. Die Differenz zwischen der ersten und dritten Reihe dagegen, nämlich 0,036 einer Sekunde, kann nur dem reinen psychischen Akte, der Unterscheidung nämlich zwischen zwei Eindrücken, zugeschrieben werden.

Schiff machte ebenfalls eine große Anzahl von Beobachtungen in derselben Richtung; um nicht in zu viele Details einzugehen, sei hier nur die allgemeine Disposition seiner Versuche erwähnt. Um die Wahrnehmung anzuzeigen, bediente er sich eines telegraphischen Manipulators, dessen Knopf beim Niederdrücken einen Induktionsstrom in einen frisch präparierten Froschmuskel eintreten ließ: dieser war an dem Apparate mittels einer Nadel befestigt, welche in die Substanz des Muskels derart eindrang, daß die Kontraktion desselben sich automatisch auf dem Chronographen verzeichnete. Dieser Vorgang bewirkte einen geringen Zeitverlust, denn die Kontraktion des direkt gereizten Muskels tritt erst 10 bis 13 Tausendstel Sekunden nach dem Stromschlusse ein; da aber dieser Zeitverlust in beiden vergleichenden Versuchsreihen unveränderlich blieb, so konnte er durchaus keinen Einfluß auf die Differenz ausüben, welche gesucht wurde. — Als alle Vorbereitungen getroffen waren, ließ Schiff durch einen Gehilfen den Strom schließen. Der Strom durchlief den Muskel und verursachte dessen Kontraktion, die sich auf dem Chronographen verzeichnete. Eine Zweigleitung desselben Stromes führte in ein nebenliegendes Zimmer und setzte dort den Spiegel eines außerordentlich empfindlichen Galvanometers in Bewegung, den Schiff durch ein Fernrohr betrachtete; er hielt dabei die Hand auf dem Knopfe eines anderen Manipulators, und in dem Momente, als der Spiegel abzuweichen begann, drückte Schiff auf den Knopf. Dieser Manipulator schloß einen zweiten Induktionsstrom, der in Intensität und Leitungswiderstand dem ersten gleich war; die Drähte dieser zweiten Batterie führten zu einer in dem anderen Muskel desselben Frosches befindlichen Nadel, und wenn dieser Muskel sich verkürzte, verzeichnete er auf dem Cylinder die Bewegung des zweiten Manipulators, so daß dieses Zeichen neben dem ersten sich befand, das der Kontraktion des ersten Muskels und der Bewegung des ersten Manipulators entsprach; die Entfernung zwischen den beiden Zeichen gab den Maßstab für die zwischen dem ersten und dem zweiten

verflossene Zeit an. In der ersten Reihe wurde die physiologische Zeit gemessen, welche nötig war, um die Abweichung des Spiegels nach einer vorher bekannten Richtung durch einen Druck der Hand zu signalisieren, und man fand auf diese Weise 0,27 einer Sekunde im Mittel. Diese Zeit verlängert sich beträchtlich in der zweiten Reihe, in welcher der Gehilfe ohne Wissen des Professors die Richtung des Stromes und folglich die Abweichung des Spiegels umkehren konnte, während das vereinbarte Zeichen nicht früher gegeben werden durfte, als bis der Spiegel seine Stellung, z. B. nach rechts, veränderte. Bei dieser letzteren Reihe ergab sich im Vergleiche zu der ersten eine sehr beträchtliche Vergrößerung der Reaktionszeit; das bei diesen Beobachtungen konstatierte Intervall ist im allgemeinen sehr groß, wahrscheinlich weil die Versuche nicht genügend lange Zeit fortgesetzt wurden, und ohne Zweifel hätte es durch eine längere Übung ganz bedeutend reduziert werden können. Aber Schiff wurde von diesen Untersuchungen durch andere von größerer Wichtigkeit abgelenkt, mit denen wir uns im nächsten Artikel beschäftigen werden.

Einige Jahre später habe ich selbst zahlreiche analoge Versuche gemacht und interessante Unterschiede in der Dauer der Reaktionszeit je nach dem Alter und dem Geschlechte der Subjekte konstatiert; ich bringe als Nachtrag einen Auszug der hauptsächlichsten von mir gefundenen Resultate.

Die von Donders begonnenen Untersuchungen wurden von einer großen Anzahl von Experimentatoren, ganz besonders von Wundt, weiter verfolgt und entwickelt; die Resultate, zu denen sie gelangten, sind von höchstem Interesse und in zahlreichen Werken beschrieben; es ist mir nicht möglich, mich hier länger bei denselben aufzuhalten. Eine vorzügliche Übersicht über diese Untersuchungen gibt Th. Ribot in seinem Werke »la psychologie allemande contemporaine« in dem Kapitel »Dauer der psychischen Akte«. Für meinen vorliegenden Zweck genügen die angeführten Beispiele vollständig. Was ich einzig und allein brauche, ist die deutliche und unwiderlegliche Konstatierung des fundamentalen Faktums, aus welchem sich der Beweis ergibt, den zu erbringen meine Absicht ist. Die citierten Beispiele beweisen aber zur Evidenz, daß der elementarste geistige Akt, die einfachste Unterscheidung zwischen zwei unähnlichen Eindrücken, nicht eine von der Zeit losgelöste Erscheinung ist, sondern im Gegenteil zu seinem Entstehen einer gewissen Zeit bedarf, welche hinzutritt zu der Dauer der zentripetalen Fortpflanzung, des zentralen Reflexes, der zentrifugalen Übertragung und des Eintrittes der Muskelkontraktionen, welche das Signal geben sollen. Sie beweisen außerdem noch, daß das unter diesen Umständen konstatierte Plus an Zeit im Verhältnis sehr bedeutend ist, wenn man es mit der Schnelligkeit der meisten physischen Bewegungen vergleicht.

Am Schlusse des vorigen Artikels haben wir einen Akt aus dem Relationsleben, verbunden mit einem psychischen Akte, eingehend untersucht und gefunden, daß der psychische Teil der Erscheinung seinen Ursprung in einer zentripetalen und seinen Austritt in einer zentrifugalen Bewegung hat; wir haben daraus den Schluß gezogen, daß auch die geistige Thätigkeit selbst eine Bewegung sein müsse und nichts anderes

als eine Bewegung sein könne; am Anfange des vorliegenden Artikels haben wir diesen Induktionsschluß als Ausgangspunkt genommen und aus demselben deduziert, daß das Abspielen eines jeden geistigen Aktes einer gewissen Zeitdauer bedürfen müsse; das Experiment hat die Richtigkeit dieser Deduktion bestätigt. Und diese Bestätigung ist so vollständig und definitiv, daß von diesem Gesichtspunkte aus unser Zweck erreicht und damit das vorliegende Kapitel beendet ist. Aber es liegt mir daran, deutlich hervortreten zu lassen, daß das Faktum von der Zeitdauer geistiger Akte für sich allein einen direkten und genügenden Beweis für die von uns aufgestellte Behauptung bildet, eine sicherlich sehr bezeichnende Übereinstimmung, denn sie verdoppelt die Sicherheit unseres Schlusses. Und thatsächlich, wenn wir vorübergehend von all dem absehen, was am Schlusse des vorigen Artikels ausgeführt worden ist, und wenn wir als Ausgangspunkt für ein induktives Verfahren das Faktum von der Zeitdauer psychischer Akte wählen, so werden wir mit logischem Zwange zu folgender Schlußfolgerung gelangen: Da jeder Vorgang, der einer gewissen Zeitdauer bedarf, nichts anderes sein kann als eine Bewegung, so muß auch die geistige Thätigkeit eine Bewegung sein.

Folgende Besprechung der vorliegenden Frage entlehne ich einer vortrefflichen Broschüre von Schiff, welche vor Jahren in Florenz veröffentlicht und seit lange vergriffen ist:

»Jede geistige Operation ist das Produkt gewisser Bedingungen. In den soeben erwähnten Experimenten ist die hauptsächlichste Bedingung das Eintreffen einer Empfindung in dem Substrate der Intelligenz. Aber diese Bedingung ist durchaus nicht die einzige. Um zu einer Vorstellung zu werden, muß die Empfindung sich mit bereits vorher erworbenen Ideen verbinden, sonst könnten sie nicht von einander unterschieden werden. Der Intellekt muß bereits, wenn es sich z. B. um Farben handelt, die von einander unterschiedenen Ideen von Roth und von Weiß besitzen, um fähig zu sein, das eine oder das andere zu erkennen und zu spezifizieren; er muß die Idee von Rechts und die von Links enthalten, um die Abweichungsrichtung des galvanometrischen Spiegels zu erkennen etc. Ferner ist eine Bewegung auszuführen, ein Zeichen zu geben, das einer vorhergegangenen Vereinbarung, welche die Bedeutung dieser Bewegung festsetzt, entspricht. Vom Beginne des Experimentes an muß die Aufmerksamkeit gespannt sein, damit der Eindruck wahrgenommen und mit der geringsten Verzögerung klassifiziert werden könne. Sind alle diese Bedingungen vereinigt, findet der Sinneseindruck das Terrain in uns vorbereitet durch vorher erworbene Vorstellungen und durch die Willensanstrengung, welche die Aufmerksamkeit auf den (zu erwartenden) Eindruck und auf dessen Eigentümlichkeiten konzentriert, dann entsteht hieraus der intellektuelle Akt als eine unabwendbare Wirkung, und was Bedingung war, wird zur wirkenden und notwendigen Ursache. Bei den eben erwähnten Experimenten war dies zusammenhängende Ganze von Umständen und Bedingungen verwirklicht und nahm die geistige Sphäre ein; nichtsdestoweniger verfließt unveränderlich eine gewisse Zeit bis zum Erscheinen der Wirkung. Sollte es zwischen der Verwirklichung eines gegebenen Zusammenhanges von Ur-

sachen und der Manifestation der korrespondierenden Wirkung ein unausgefülltes Zeitintervall geben? Diese Anschauungsweise wäre sicherlich neu, und es ist evident, daß diese Frage, in diesem absoluten und allgemeinen Sinne gestellt, nur mit Nein beantwortet werden kann.

»Überall in der Natur, wo wir im stande sind, einen hinreichenden Komplex von Ursachen zu erkennen oder uns vorzustellen, schließen die letzteren bereits in sich selbst die ganze entwickelnde Bewegung ein, welche die Wirkung erzeugt: das Faktum, daß die Ursachen vereinigt sind, bedeutet, daß die Bewegung der Transformation bereits begonnen habe und daß die Wirkung nichts anderes sein werde als die einfache Fortsetzung jener Bewegung. Hat eine Bewegung einmal begonnen, so kann sie auch nicht für das allergeringste Zeitintervall unterbrochen werden, ohne vernichtet zu sein und ohne daß jene Ursachen, wenn eine Fortsetzung oder Wiederaufnahme der Bewegung erfolgen soll, von neuem in Thätigkeit treten müßten. Dann aber wäre es nicht die erste Bewegung, welche sich wieder fortsetzt, sondern eine andere, neuerdings erzeugte. Setzen wir die Möglichkeit eines Zeitintervalles von noch weniger als den millionsten Teil einer Sekunde zwischen den Ursachen und deren nächster Wirkung — so ist klar, daß dann die Ursachen nicht hinreichten, um die Wirkung hervorzubringen. Es war eine Trennung des Zusammenhanges eingetreten; die Ursachen oder das, was als solche betrachtet worden, sind von der Wirkung getrennt, und um dieselben wieder mit der Wirkung zu verbinden, bedarf es eines neuen Impulses, d. h. einer Ursache mehr, noch einer anderen Ursache. Der Komplex der Ursachen war folglich noch nicht vollständig. In diesem Falle war das, was das kausale Ganze schien, nur ein Teil desselben. Eine Lücke in der Produktion der Wirkung zerreißt den Einfluß der Ursache auf das von ihr Hervorgebrachte, und eine Suspension der Bewegung für den millionsten Teil einer Sekunde wäre gleich der Aufhebung dieser Bewegung für die Ewigkeit.

»Wir sagen, daß die Wirkung unverzüglich der Ursache folgen müsse und daß die Produktion der Wirkung keinerlei Zeit in Anspruch nehmen dürfe. Man wird sicherlich dagegen den Einwand erheben, daß wir nicht eine einzige Wirkung in der Natur kennen, deren Produktion nicht eine gewisse Zeit, man mag sie sich auch noch so kurz vorstellen, erfordere. Selbst die Wirkung des Blitzes, obgleich augenblicklich, erfolgt nicht absolut unmittelbar. Auch die Elektrizität, deren Wirkungen ganz unmittelbar zu sein scheinen, bedarf einer gewissen Zeit, um sich fortzupflanzen; diese Zeit ist in einem leitenden Drahte freilich ungemein kurz — aber wenn die Elektrizität auch nur eine einzige Sekunde benötigt, um einen Draht zu durchlaufen, der an Länge dem zehnfachen Umfange der Erdkugel gleichkommt, so bedarf es eben dieser Sekunde, damit die Wirkung sich äußere. Ich kann diese Argumentation nicht gelten lassen; sobald die Bedingungen zur Erzeugung der Elektrizität gegeben sind, entsteht dieselbe unverzüglich, aber nur dort, wo diese Bedingungen existieren, nämlich in dem Punkte des Drahtes, der den Erzeuger berührt. Das Vorhandensein des Stromes oder der Bewegung in diesem Drahtabschnitte erzeugt als unmittel-

bare Wirkung die Elektrizität in dem ihm anliegenden kleinen Abschnitte des Drahtes, und so fort. Die Elektrizität des ersten Abschnittes wird die Ursache von dem Entstehen der Elektrizität in dem anstoßenden, und die Ankunft derselben am Ende des Drahtes ist nicht die unmittelbare Wirkung der Ursache, welche die Elektrizität erzeugte, sondern die aus der Wirkung von Wirkungen zusammengesetzte Wirkung, welche in jedem Teile des Drahtes von neuem hervorgerufen wird, aber auf eine kontinuierliche Weise. Man kann nicht sagen, die Elektrizität entstände nach einem gewissen Zeitraume: die Länge und der Widerstand des Leiters bewirken die Verzögerung der Erscheinung dessen, was wir als die anfängliche Wirkung der Elektrizität betrachten, während dies in Wirklichkeit nur eine sekundäre Wirkung der Veränderungen ist, welche in dem Leiter von Teilchen zu Teilchen stattfinden. Aus diesem Grunde geht auch eine elektrische Entladung langsamer vor sich, wenn der Leiter einen vergrößerten Widerstand darbietet, und vermindert sich die Schnelligkeit um ein Bedeutendes, wenn wir an Stelle eines Kupferdrahtes einen solchen von Eisen nehmen.

»Alle Thatsachen stimmen beweisend darin überein, daß, wenn zwischen einer vorausgesetzten Wirkung und deren Ursache ein Zeitintervall liegt, dasselbe die Kontinuität der Erscheinung nicht zerreißt. Was bedeutet jedoch dieses Intervall? Nur zwei Erklärungen sind möglich: entweder ist eine Fortpflanzung der ersten und wahren Wirkung durch verschiedene gleichartige Lagen vorhanden bis zu dem Punkte, wo sie sich unserer Beobachtung enthüllt, oder aber die Wirkung wird durch aufeinanderfolgende Lagen hindurch geleitet, welche ihr einen gewissen Widerstand entgegensetzen, der erst von einer Anhäufung von Impulsen überwunden werden muß. Widerstand aber ist nur möglich von einem Punkte zu einem anderen desselben Körpers, oder von einem Körper zu einem anderen; wenn nun die Logik verlangt, daß zwischen einem hinreichenden Komplexe von Ursachen und deren Wirkung nie auch nur der geringste zeitliche Ruhepunkt vorhanden sein könne, anderseits aber alle Bewegungen, die wir wahrnehmen, Zeit verbrauchen, so ist klar, daß dies geschieht, weil das Substrat aller dieser Erscheinungen ausgedehnt und aus Teilen zusammengesetzt ist, von denen jeder die unmittelbar aus der Ursache resultierende Bewegung von seiner Seite fortpflanzen und zuweilen modifizieren muß. Wir können also behaupten, daß überall dort, wo zwischen der Ursache und der Wirkung eine zeitliche Pause sich einschiebt, das Substrat der Erscheinung ausgedehnt und zusammengesetzt ist. Wir haben aber soeben gesehen, daß in der geistigen Sphäre, wenn auch sämtliche bekannten inneren und äußeren Bedingungen vereint sind, dennoch eine gewisse Zeit vergeht, ehe die Wirkung, d. h. der geistige Akt, sich äußert; es scheint mir nun, daß wir mit dem ganzen Rechte, das uns die wissenschaftliche Analyse verleiht, schließen dürfen, daß das Substrat des Geistes ein ausgedehntes und zusammengesetztes Wesen ist.«

Es lag mir daran, die Argumentation Schiff's ausführlich mitzuteilen. Wir können dieselbe resümieren und auf folgende Weise zu unserer Schlußfolgerung gelangen: Die unmittelbare Wirkung eines Kom-

plexes von Bedingungen kann von seiner Ursache durch kein Zeitintervall getrennt sein, denn eine Ruhepause zwischen der Ursache und der Wirkung würde absolut und für immer jede Art von Verbindung zwischen ihnen zerreißen; wenn folglich scheinbar die Wirkung nicht im selben Augenblicke stattfindet wie die Ursache, so beweist dies, daß wir entweder fälschlich diese Bedingungen als hinreichend zur Hervorbringung der Wirkung betrachten und daß entweder eine größere Intensität derselben Bedingungen oder noch andere Bedingungen dazu nötig sind; oder es spricht dafür, daß wir sie fälschlich für die unmittelbare Wirkung dieses Kausalkomplexes halten und daß sie im Gegenteil die Endwirkung einer Reihe von Veränderungen ist, deren Ausgangspunkt die in Rede stehende Ursache bildet und welche Veränderungen häufig ohne unser Wissen vor sich gehen. Während dieser scheinbaren Ruhepause war die Bewegung in einem ausgedehnten, zusammengesetzten und Widerstand leistenden Medium von Punkt zu Punkt übergegangen, die verschleierte Wirkung war ihrerseits Ursache geworden, bis in einem gegebenen Augenblicke sämtliche Bedingungen zur Hervorbringung der Endwirkung, die wir erwarteten, vollständig vereint waren: die Wirkung tritt dann unmittelbar zu Tage. Da nun bei Entstehung eines psychischen Aktes eine verhältnismäßig lange und scheinbar unthätig verbrachte Zeit zwischen seiner Ursprungsursache und seiner Realisation liegt, so drängt sich uns der Schluß auf, daß dieser Akt in einem ausgedehnten, Widerstand leistenden und zusammengesetzten Substrat stattfindet, ebenso wie alle anderen Erscheinungen in der Natur. Da ferner jedes Zeitintervall zur Übertragung und eventuell zur Modifikation des äußeren Impulses im Inneren des Substrates verbraucht wird; da endlich jede Übertragung oder Modifikation in letzter Linie auf eine Form von Bewegung zurückzuführen ist, so folgt daraus, daß jeder psychische Akt in einer Übertragung oder einer Modifikation einer äußeren Erregung besteht, d. h. in einer eigentümlichen Form der Bewegung.

Dies ist die Generalisation oder die induktive Schlußfolgerung, zu deren Formulierung uns die zahlreichen und genügend konstatierten Thatsachen von der Zeitdauer psychischer Akte berechtigen, welche sie uns, mit Ausschluß jeder anderen, geradezu aufdrängen.

In den folgenden Artikeln werden wir uns mit der Verifikation der Deduktionen beschäftigen, welche sich von selbst aus dem erhaltenen Resultate ergeben; die drei hauptsächlichsten Korollarien, welche wir genauer zu betrachten haben, sind das physische, das biologische und das psychologische Korollarium.

Anhang.

Im Anfange des Jahres 1879 unternahm ich in Florenz eine Reihe zahlreicher Untersuchungen, welche sich auf etwa 40 Personen verschiedenen Alters und Geschlechtes erstreckten, um zu prüfen, ob diese beiden Faktoren, Geschlecht und Alter, einen merklichen Einfluß auf die Reaktionszeit üben. Ich war sofort über die Langsamkeit überrascht, mit welcher die Kinder reagierten, selbst wenn es sich um die Ausführung

der einfachsten Bewegung als Antwort auf einen ebenfalls sehr einfachen Eindruck handelte, wie z. B. die Hand zurückzuziehen, welche berührt worden war. Ich vermutete, daß die Differenz sich noch steigern müßte, wenn die Verbindung zweier Bewegungen verlangt würde, welche gewöhnlich nicht vereint ausgeführt werden, z. B. die Hand und den Fuß der gleichen Seite gleichzeitig zurückzuziehen; trotz aller Anstrengungen der Versuchspersonen wurden diese beiden Bewegungen fast nie zu gleicher Zeit ausgeführt, und ist es im allgemeinen die Hand, die zuerst zurückgezogen wird. Erwachsene von 20 bis 40 Jahren ergaben für den Fuß 0,318 und für die Hand 0,283; Kinder von 4 bis 15 Jahren ergaben für den Fuß 0,654 und für die Hand 0,630. Diese letzteren Mittelzahlen, welche aus ungefähr 400 Experimenten resultieren, verteilen sich folgendermaßen: von 4—5 Jahren 1,068 für den Fuß und 1,043 für die Hand; von 5—10 Jahren 0,544 und 0,532; von 10—15 Jahren 0,351 und 0,315. Aus diesen Zahlen ergibt sich mit vollständiger Sicherheit, daß der Prozeß der Koordination oder Assoziation von zwei Bewegungen beim Kinde viel mehr Zeit erfordert als beim Erwachsenen.

Wird das Gesamtresultat nach dem Geschlechte eingeteilt, so ergibt sich ein vielleicht noch interessanteres Resultat:

Alter.	Männliches Geschlecht.	Weibliches Geschlecht.
Von 5—10 Jahren	Fuß 0,548	Fuß 0,535
	Hand 0,538	Hand 0,525
» 10—15 »	Fuß 0,343	Fuß 0,400
	Hand 0,336	Hand 0,350
über 15 »	Fuß 0,318	Fuß 0,400
	Hand 0,283	Hand 0,365

Man sieht aus diesen Zahlen, daß Mädchen anfangs schneller reagieren als Knaben; während jedoch bei letzteren die Reaktion sich regelmäßig bis zur Adoleszenz beschleunigt, ist dies bei ersteren weniger schnell der Fall und macht bei einer geringeren Schnelligkeit Halt als beim männlichen Geschlechte, um sich derart während des ganzen Lebens zu verhalten. A priori hätte man sicherlich nicht geglaubt, daß die Frauen langsamer reagieren als die Männer.

Ich lasse noch eine Reihe individueller Beispiele folgen, um den regelmäßigen Gang der Beschleunigung zu zeigen, welche die Entwickelung begleitet; die Untersuchungspersonen sind sämtlich Knaben und die Zahlen repräsentieren das Mittel aus wenigstens zehn Beobachtungen bei jedem Individuum.

A.	7 Jahre	Fuß 0,600	Hand 0,620
B.	8 »	» 0,575	» 0,585
C.	9 »	» 0,450	» 0,490
D.	10 »	» 0,443	» 0,413
E.	11 »	» 0,386	» 0,364
F.	12 »	» 0,356	» 0,329
G.	13 »	» 0,333	» 0,318
H.	14 »	» 0,300	» 0,273
J.	15 »	» 0,295	» 0,254

Individuelle Beispiele von Personen unter 7 Jahren habe ich in dieser Reihe nicht angeführt, weil die Zeiten sehr unregelmäßig und zuweilen ungebührlich lang sind. Bei diesen Experimenten wurde die Tasterregung am Fuße und nicht an der Hand ausgeführt, wodurch das Faktum interessant wird, daß bei Individuen im Alter von 10 Jahren an es dennoch die Hand war, welche früher als der Fuß zurückgezogen wurde, während bei jüngeren Individuen das Gegenteil stattfand. Es ist ferner bemerkenswert, daß im Alter von 14 oder 15 Jahren die Reaktionszeit ein Schnelligkeitsmaximum erreicht und ihr Mittelwert unter dem der Erwachsenen bleibt.

Während der Dauer dieser Beobachtungen konnte ich gelegentlich einige interessante Fakta konstatieren. Unter den Erwachsenen z. B., welche sich zu diesen Experimenten benutzen ließen, waren Italiener aus verschiedenen Provinzen; es fand sich nun, daß Personen aus den südlichen Provinzen regelmäßig weniger schnell reagierten als solche aus den nördlichen Provinzen; ein Norweger ergab die kleinsten Zahlen. Ich weiß nicht, ob man bei einer Vergleichung einer sehr großen Anzahl von Individuen verschiedener Nationalität zu einem Resultate gelangen würde, welches konstante Differenzen in dem gleichen Sinne ergäbe, wie ich dieselben, vielleicht nur zufällig, bei der kleinen Anzahl der von mir untersuchten Individuen erhalten habe, das heißt, ob im allgemeinen die nördlichen Rassen schneller reagieren als die südlichen. Ich hätte sehr gern diese Untersuchungen auch bei einigen Negern vorgenommen, hatte aber niemals Gelegenheit hierzu; dagegen konnte ich drei Individuen japanesischer Rasse, 2 Männer und 1 Frau, in diesem Sinne beobachten, Mitglieder einer Jongleurtruppe, deren Geschicklichkeit und außergewöhnliche Gewandtheit in Schnelligkeitsexerzitien alle Welt in Bewunderung versetzte. Erst nach langem Überlegen und Zögern entschlossen sie sich, in mein Laboratorium zu kommen, um sich mit eigenen Augen zu überzeugen, daß die Untersuchung, die ich mit ihnen vorzunehmen beabsichtigte, keinerlei Gefahr einschließe; aber dennoch gaben sie sich erst dann zur Untersuchung her, als ich ihnen versprach, ihnen den graphischen Riß zum Geschenke zu machen, den sie dann als objektives Zeugnis über die Schnelligkeit ihrer Bewegungen würden benutzen können. Wie groß aber war mein Erstaunen und die Enttäuschung der Japanesen, als sich herausstellte, daß sie viel langsamer reagierten, als die Europäer im Durchschnitte!

Unter meinen jungen Versuchsobjekten befanden sich zwei von sehr mangelhafter geistiger Entwickelung; der eine war, gelinde gesagt, sehr dumm, der andere fast Idiot: beide reagierten mit erstaunlicher Langsamkeit. Dieser Befund stimmt vollständig mit den zahlreichen Beobachtungen von Buccola überein, welcher fand, daß sich bei fast allen Geistesgestörten, mit Ausnahme von einigen Fällen maniakalischer Erregung, eine mehr oder weniger bedeutende Verzögerung der Reaktion ergab, am meisten bei Geistesschwachen und Idioten. Obersteiner beobachtete bei einem Manne, dessen Reaktionszeit in normalem Zustande 0,133 betrug, eine solche von 0,183, wenn derselbe ermüdet war, und von 0,171, wenn er an Kopfschmerz litt; ich selbst leide häufig an Kopfschmerz

und habe hierbei konstatiert, daß die Verlangsamung proportional ist der Heftigkeit des Schmerzes.

Obersteiner machte auch Beobachtungen über die Aufmerksamkeit, welche jedoch vielmehr Experimente über die Zerstreuung sind; er verglich nämlich die Reaktionszeit, die sich bei einem Individuum ergab, wenn dasselbe auf einen Reiz nur einfach zu antworten hatte, mit jener bei derselben Person und demselben Reiz, jedoch mit dem Unterschiede, daß er den Reiz einwirken ließ, während die Aufmerksamkeit des Objektes mit einem anderen, länger wirkenden Eindruck von vollständig verschiedenartiger Natur, z. B. mit einem Musikstücke beschäftigt war. In Hinsicht auf den experimentellen Reiz ist es also eher der Einfluß der Zerstreuung, welchen man hierbei beobachtet. Aus Obersteiner's Experimenten ergibt sich, daß in solchen Fällen die Reaktionszeit länger wird.

Experimente über die Aufmerksamkeit zu machen, ist schwerer, als man glauben möchte; um eine Idee von dieser Schwierigkeit zu geben, braucht nur an folgendes erinnert zu werden: wenn man die Versuchsperson vorher davon in Kenntnis setzt, daß der Reiz im nächsten Momente wirken werde, und sie bittet, denselben mit der größten Aufmerksamkeit zu erwarten, damit sie so schnell als möglich darauf reagiere, so ereignet es sich nicht selten, daß das Individuum reagiert, noch bevor der verabredete Reiz auf dasselbe gewirkt hat; denn die lebhafte Vorstellung des erwarteten Reizes erreicht in diesem Falle eine Intensität, die stark genug ist, um jene zur Halluzination werden zu lassen, und das Individuum glaubt den Reiz verspürt zu haben, der in Wirklichkeit noch gar nicht stattgefunden hat. Bei den vorher erwähnten Versuchen hatte ich zufällig mehrere Mal Gelegenheit, den Einfluß der auf die auszuführende Bewegung mehr oder weniger konzentrierten oder mehr oder weniger von ihr durch einen zufällig dazwischentretenden Eindruck abgelenkten Aufmerksamkeit zu beobachten; die Gesamtsumme dieser Thatsachen machte den Eindruck auf mich, daß bei Versuchspersonen, so lange sie noch Neulinge und noch nicht durch genügend lang dauernde Übung daran gewöhnt sind, die verabredete Bewegung sozusagen maschinenmäßig auszuführen, die Aufmerksamkeit die Reaktionszeit verkürzt; sobald aber die Gewohnheit erlangt und die Reaktion hinreichend automatisch geworden ist, bewirkt die zu stark auf diese Reaktion gerichtete Aufmerksamkeit, daß erstere oft verlangsamt wird, während in demselben Falle die Zerstreuung sie beschleunigt. Als Beispiel hierzu kann ich einen Mann erwähnen, mit dem ich eine große Anzahl von Versuchen vorgenommen hatte und der mit einer mittleren, sehr regelmäßigen Schnelligkeit reagierte; einmal war die Reaktion viel schneller als gewöhnlich erfolgt, und was war vorangegangen? In dem Augenblicke, als der Versuch gemacht werden sollte, hatte jemand an die Thür des Laboratoriums geklopft, und mein Mann dachte eben darüber nach, wer wohl angeklopft haben möge: der experimentelle Reiz war ihm gar nicht zu Bewußtsein gelangt und er hatte reagiert, ohne es zu bemerken.

(Schluß folgt.)

Tagesfragen.

Die Pflicht der Wissenden.

Wer sich mit seinem ganzen Denken und Fühlen in eine bestimmte Betrachtungsweise sei es wissenschaftlicher, sei es politischer oder anderer Dinge hineingelebt hat, welche ihm die einzig befriedigende Lösung der daran sich knüpfenden Fragen zu bieten scheint, der vergißt nur gar zu leicht, daß auch noch andere Auffassungen der Sache möglich sind, ja daß vielleicht eine große Zahl tüchtiger und ehrlich strebender Menschen auf ganz entgegengesetztem Standpunkt steht und gerade da Befriedigung und Harmonie findet, wo er nur Widersprüche und Unzulänglichkeiten erblickte. Ganz besonders gilt dies von jenen höchsten Fragen, die von jeher nicht bloß den Verstand, sondern viel mehr noch die Herzen der Menschen bewegt haben, von den Fragen der Religion und der Ethik, von dem Sehnen und Suchen nach einem Jenseits, nach einem ewigen Urgrund hinter der Erscheinungen Flucht, nach absoluter Gerechtigkeit zur Ausgleichung der irdischen Ungerechtigkeit und Schicksalsunbill, von dem Ringen nach Trost und Hilfe in schwerem Leid. Sind nicht Tausende und Millionen rings um uns, welche nur aus dem altehrwürdigen Gefäß des geoffenbarten Gottesglaubens Kraft und Trost für dieses Leben schöpfen zu können meinen oder wenigstens gerade dann, wenn sie solchen am dringendsten begehren, ihn aus keiner anderen Quelle gespendet erhalten? — welche die ganze Welt nicht anders zu begreifen vermögen denn als planvoll eingerichtete Werkstätte eines außerweltlichen Schöpfers, sich selbst nur als zur Probe vor die Lösung der schweren Lebensaufgabe gestellte Kinder, denen Lohn oder Strafe von dem gerecht und streng richtenden Meister, Vergebung und Gnade durch Fürbitte und stellvertretende Aufopferung eines übermenschlichen Vermittlers in Aussicht stehen? Ist nicht unser ganzes Staats- und Gesellschaftsleben noch auf diesen Boden gegründet? Bangen nicht viele der Besten davor, daß seine Unterwühlung nicht bloß die gewohnten Formen pietätvoller Unterordnung der Massen unter ein väterliches Regiment, sondern überhaupt alle Segnungen der Kultur vernichten, die Bestie im Menschen entfesseln werde? Und die Statistik der Selbstmorde und Attentate, der Veruntreuungen und Bankerotte, der Verbrechen jeder Art aus den letzten beiden Jahrzehnten scheint ihnen Recht zu geben, wenn sie spre-

chen: da seht die Früchte des fortschreitenden Unglaubens, des Materialismus, der Entgöttlichung des Himmels!

Was aber haben unterdessen wir gethan, denen die Entwickelungslehre zur unentbehrlichen Leuchte des ganzen Daseins geworden ist und vollen Ersatz für das Verlorene bietet? Wir freuen und rühmen uns der herrlichen Klarheit unserer Weltanschauung, des gütigen Geschicks, das uns auf diese hohe Stufe gestellt, von der wir weit über alle die chinesischen Mauern hinauszublicken vermögen, mit denen Priestertrug und ängstlich frommer Glaube den Gesichtskreis der Menschen eingeengt haben; wir schwelgen in immer neuen wissenschaftlichen Entdeckungen, versenken uns tiefer und tiefer in das reizvolle Detail der strengen Forschung, das doch immer wieder zum freien Ausblick auf den gesetzmäßigen Zusammenhang alles Geschehens und zum Verständnis des unendlichen Werdeprozesses hinanführt; wir begreifen uns selbst als letztes und höchstes Glied in der Kette der Lebewesen, berechtigt zum Erwerb und Genuß der edelsten Güter — und finden darin Beruhigung, Trost und sicheren Rückhalt allem Ungemach und aller Verlockung des Lebens gegenüber. Daß aber eine solche bevorzugte Stellung auch hohe Anforderungen an uns stellt, daß wir berufen und geradezu verpflichtet sind, den geistigen Sybaritismus abzuschütteln, uns als geduldige Lehrer des Volkes an die Spitze der geistigen Bewegung zu stellen, damit dieselbe nicht gar zum Unheil für die Menschheit ausschlage; daß es wahrlich an der Zeit ist, an Stelle der niedergerissenen Altäre einen neuen lichten Bau aufzuführen, in dem auch der gemeine Mann sich wohl fühlen und seines Anrechts auf die höchsten Güter gewiß werden kann — das haben wir in der Freude über die neuen Errungenschaften — zum Teil wohl auch in dem Bewußtsein, daß die Menge uns eben doch nicht ganz verstehen wird, oder gar gewitzigt durch die Erfahrung, daß nur gründliche Mißverständnisse und Entstellungen die Folge unseres Vorgehens waren — so ziemlich vergessen, wo nicht als für uns zu gering, zu schwer oder zu gefährlich mit mehr oder weniger schlechtem Gewissen bei Seite geschoben!

Dieser ernste Mahnruf erklang immer von neuem in unserem Ohr, als wir Wilhelm Jordan's neuestes Werk[1] »Die Sebalds« durchlasen. Es ist nicht unsere Aufgabe, hier eine Kritik des künstlerischen Aufbaues und der Ausführung dieses eigenartigen Romans zu geben. Daß derselbe einer weiteren Empfehlung nicht bedarf, beweist zur Genüge der Umstand, daß der 3000 Exemplare starken ersten Ausgabe schon nach Jahresfrist eine zweite, vom Verfasser mit einer längeren Vorrede eingeleitete Auflage gefolgt ist. Dieser schöne Erfolg zeigt zum mindesten, daß unser romanlesendes Publikum auch für ernste Fragen noch Sinn und Geschmack behalten, und vor allem daß der hier vom Verfasser geschilderte Kampf zwischen starrem Buchstabenglauben und wahrhaft freier Religiosität und Humanität in den weitesten Kreisen ein sympathisches Interesse geweckt hat. Weil wir aber gerade darin die

[1] Die Sebalds. Roman aus der Gegenwart von Wilhelm Jordan. Stuttgart und Leipzig, Deutsche Verlagsanstalt. 1885. 2 Bände, 303, 316 S. kl. 8°. (M. 10. —)

bleibende Bedeutung ebenso wie den wesentlichen Grund der beifälligen Aufnahme dieses Buches erblicken, so können wir auch nicht umhin, den einen großen Mangel desselben hervorzuheben.

Der Hauptheld des Romans, der um seiner Ketzereien willen vom Konsistorium gemaßregelte Pastor Ulrich Sebald ist der begeisterte Träger und Verfechter der das ganze Werk durchziehenden Idee, daß »in der Verfassung, dem Leben und den Werken der Christenheit«, also in der Entwickelung und Bethätigung unserer gesamten Kultur, »das Christentum in seiner Erfüllungsgestalt vor Augen liege«; jene sei ein unmittelbarer Ausfluß des dereinst »aus dem Sammelteich in Judäa« hervorgebrochenen Quellbaches und darum müsse, wer eine zu höherer Gesittung und Beglückung führende Fortbildung der jetzigen Zustände erstrebe, durchaus an den Inhalt und die wesentlichen Formen des Christentums anknüpfen. Demgemäß treten uns denn auch Ulrich's nächste Angehörige, die sich auf den verschiedensten Wegen gleichfalls aus den Banden enger Kirchlichkeit losgerungen, schließlich als Kern und Ausgangspunkt einer neuen freien Gemeinde entgegen; sein aus Amerika zurückgekehrter Bruder fängt bereits eine Kirche für ihn zu bauen an, und daß es ihm auch darin nicht an eifrigen Zuhörern fehlen werde, verbürgen seine Beredsamkeit und seine Beliebtheit in der bisherigen Gemeinde. Vergebens aber sieht man sich nach einem klaren, bestimmten Ausdruck dessen um, was nun das auszeichnende Wesen dieser Neubildung, was die eigentliche Tendenz der zu erwartenden Predigten sein werde, auf welcher Grundlage »der neue Glaube der Wissenschaft« errichtet werden soll. Wohl hat Ulrich schon von der Kanzel und vor seinen orthodoxen Richtern offen erklärt, daß es für ihn keinen außerweltlichen Gott und kein Jenseits, weder Erlösung durch den Glauben an einen stellvertretenden Opfertod noch persönliche Unsterblichkeit gibt; aber er will doch zugleich »die Heiligung seiner Ehe im Namen Gottes nicht entbehren«; das Bild des Gekreuzigten bleibt ihm, wenn auch nur als Symbol, ein notwendiges Element tiefinnerlicher Erbauung; er meint immer noch, sein Christentum »nur eine Umkehr von der Entartung gegen die Absichten des Stifters .... eine Rückverwandlung also aus einer Religion der Weltflucht und Entsagung in eine Religion der Weltfreude und dabei doch voll unvergänglicher Heilskraft« nennen zu dürfen — und übersieht ganz die unvereinbaren Widersprüche, die zwischen diesen seinen Auffassungen bestehen, sofern man nicht zu gewaltsamen Umdeutungen der herkömmlichen Begriffe seine Zuflucht nehmen will. Damit soll keineswegs gesagt sein, daß wir es dem Dichter irgendwie verübeln wollten, uns den Helden so gezeichnet zu haben; daß es nicht heutzutage Tausende von ernstdenkenden Menschen gäbe, die wirklich auf solche Weise das Alte mit dem Neuen vermitteln zu können überzeugt wären. Auch verwahrt er sich ja im Vorwort zur 2. Auflage ausdrücklich dagegen, daß man die Reden der Personen seiner Dichtung für den erschöpfenden Ausdruck seiner eigenen Überzeugung halte: — »mein letztes Wort sagt keine derselben« ..... »alle sind, wie mit irgend einer Schwäche oder Beschränktheit, auch mit Irrtum behaftet.« Nur das müssen wir bestreiten, daß der Versuch, dem Leser die Lebensfähigkeit

der neu gegründeten Gemeinde und ihrer »Religion« plausibel zu machen, gelungen sei.

Letzteres noch aus einem besonderen Grunde. Soweit wir diese Gemeinde kennen lernen, besteht sie aus lauter tüchtigen und zugleich wohlhabenden oder mindestens der Sorge ums tägliche Brot entrückten Menschen, denen es wohl einleuchten mag, mit ihrem Führer die Mahnung des Apostels Paulus, »den Leib Christi aufzubauen«, zum Teil schon erfüllt zu sehen in den Wunderthaten der Neuzeit auf allen Gebieten der Naturbeherrschung und Naturerkenntnis, und sich zu erbauen an dem erhebenden Bilde der ihrer Vollkommenheit entgegenreifenden Menschheit. Aber was werden die Tausende von »Enterbten der Nation« dazu sagen, sie, für welche die gewaltigen Flügelschläge des zur Göttlichkeit, zur Allmacht und Allgegenwart emporstrebenden Menschengeistes bisher fast nichts weiter gewesen sind als ebensoviele Stufen des immer hoffnungsloseren Versinkens in eine bitterharte Sklaverei, während ihnen wie zum Hohn die Trugworte »Freiheit und Gleichheit« in den Ohren gellen? — Das ist wohl das merkwürdigste, daß in einem Gemälde, welches unsere Gegenwart mit so scharfen Strichen zeichnet, gerade jene Farben fehlen, die dem Sehenden auch das leuchtendste Grün mit blutig rotem Lichte übergießen. Überhaupt aber haben die Menschen dieses Romans eben alle zu wenig Jammer und Not, nicht bloß des leiblichen Lebens, auch der Sünde, der Versuchung, der Gewissensqual kennen gelernt, um die Sehnsucht derer, die mühselig und beladen sind, nach ausgleichender Gerechtigkeit, nach Erlösung und Frieden begreifen und darin den unerschöpflichen Quell entdecken zu können, den der alte Glaube mit seinem dichtesten Wurzelwerk umspinnt, aus dem er seine stets sich erneuernden Lebenskräfte saugt.

Doch es wäre unrecht, wollten wir damit schließen und nicht dem Dichter nochmals herzlich danken für den hohen Genuß und die mannigfachen fruchtbringenden Anregungen, die uns sein Werk geboten hat. Und nicht besser könnten wir wieder auf den Ausgangspunkt unserer Betrachtung zurückkommen, als indem wir die Worte, welche die scharfäugige, klardenkende Hildegard ihrem Begleiter und Lehrer, dem ebenso begeisterten als vorsichtigen und bescheidenen Naturforscher Arnulf zuruft, freudig zu den unserigen machen: »Wer trägt die Schuld, daß in Millionen Köpfen, wie bis vor kurzem auch in dem meinigen, immer noch der Aberglaube festsitzt? .... Euer Zagen, eure egoistische Bequemlichkeit! Das Arsenal ist übervoll von Kriegsgerät; aber anstatt in Wehr und Waffen auszurücken gegen das Obskurantenheer, schmiedet ihr stillvergnügt immer weiter. Zu forschen, zu wissen, euch selbst frei zu fühlen, das ist eure selbstgenügsame Lust. Über der vergeßt ihr die Pflicht, auch zu erlösen, zu erlösen aus den Banden der Ignoranz, wie Sie mich erlöst haben, weil ich Ihnen zufällig in den Weg gelaufen kam. Also vorwärts! ..... Nicht länger begnügt euch, die Architektur des Universums nachzuzeichnen. So wenig es auch sei, was ihr ergründet von ihrem Gesetz, es reicht schon hin, um damit tüchtige Architekten für unsern Weltwinkel zu werden. Erbauet! Errichtet dem Menschenglücke das neue Erdenhaus!« B. Vetter.

Die Paläontologie vor dem Kongress der Vereinigten Staaten.

Professor E. D. Cope in Philadelphia, der auf dem Gebiete der Paläontologie der Wirbeltiere schon so Hervorragendes geleistet hat, will demnächst sein großes Werk »Tertiary Vertebrata. Report of the U. S. Geolog. Survey of the Territories, Vol. III« zum Abschluß bringen und zugleich ein neues Werk über die Wirbeltiere der paläozoischen und mesozoischen Zeiten in Angriff nehmen. Da aber Prof. Cope nicht im stande ist, die Kosten für diese umfangreichen Arbeiten selbst zu bestreiten, und leider auch der Geol. Survey zur Zeit keine Geldmittel für einen solchen rein wissenschaftlichen Zweck erübrigen kann, so beabsichtigt derselbe, dem Kongreß der Vereinigten Staaten ein Gesuch um Unterstützung seiner Arbeiten einzureichen.

Der Name Cope ist in den Kreisen der deutschen Naturforscher wohlbekannt. Seine Entdeckungen so vieler neuer und merkwürdiger Formen fossiler Wirbeltiere und seine ausgezeichneten Bearbeitungen dieser Funde haben die Wissenschaft wesentlich bereichert. Nicht minder bekannt ist es aber auch, was für Opfer an Zeit und Geld Prof. Cope hierfür gebracht, nicht zu reden von den vielfachen Strapazen und Gefahren, die er auf seinen Expeditionen nach dem Westen und Süden zur Erlangung jenes Materials durchgemacht hat. Wessen Hände könnten würdiger und geschickter sein, das begonnene Werk, das gerade in Amerika noch so unendlich viele und wertvolle Resultate verspricht, fortzuführen und zu einheitlichem Abschluß zu bringen, als diejenigen Prof. Cope's? Bei der anerkannten Liberalität und dem regen Eifer, welchen der Kongreß der Vereinigten Staaten jederzeit für die Förderung der Wissenschaft bethätigt hat, glauben wir hier zugleich im Namen aller unserer Leser der zuversichtlichen Hoffnung Ausdruck geben zu dürfen, daß diese hohe Körperschaft keinen Augenblick zögern werde, dem Gesuche volle Berücksichtigung zu teil werden zu lassen. B. Vetter.

Wissenschaftliche Rundschau.

Zoologie.

Bio-psychologisches aus der Vogelwelt.

Nach vielfachen Versuchen und Anläufen ist es endlich allem Anscheine nach gelungen, für die Erforschung des Vogelzuges in seinem Wesen und seinen Gesetzen eine reelle und ausgiebige Basis zu gewinnen, indem durch ein permanentes internationales ornithologisches Komitee, das unter dem Protektorate des Kronprinzen Rudolf von Österreich-Ungarn steht, für die systematische Sammlung und Publizierung aller auf den Zug der Vögel bezug nehmenden Daten gesorgt ist und eine besondere Zeitschrift »Ornis« als dessen Spezialorgan dient. Während nun im abgelaufenen Jahre die auf Österreich-Ungarn bezüglichen Beobachtungen in einem besonderen Bande erschienen [1], bilden dieselben heuer [2] einen integrierenden Bestandteil obiger Zeitschrift (p. 197—576); allerdings sind auch Separate derselben erhältlich. Es werden daselbst von 83 Beobachtungsstationen Mitteilungen in systematisch-geographischer Reihenfolge veröffentlicht, welche sich auf nicht weniger als 314 Vogelarten beziehen, und wenn auch das Gros begreiflicherweise nackten phänologischen Daten des Erscheinens und Ziehens gewidmet ist, so haben doch auch zahlreiche Beobachtungen über Nist- und Brutgeschäft, Nahrung und Ernährungsweise, Nutzen und Schaden, Verhalten gegen Freund und Feind, Jagdereignisse, dann auch deutsche Trivialnamen, sowie Volksansichten — in dieser Publikation Aufnahme gefunden und es dürfte daher der vorliegende Bericht, dem jährlich ein neuer folgen soll, wohl allgemein zoologisches und biologisches Interesse haben. Aus letzterem Gebiete mögen nun diejenigen Beobachtungen und Mitteilungen hier Platz finden, welche zugleich auch zoopsychologisches Interesse bieten und zumal Erklärungen im Sinne der Entwickelungslehre gestatten, da sonst

[1] Victor R. v. Tschusi zu Schmidhoffen, 1. Jahresbericht (1882) des Komitees für ornithologische Beobachtungs-Stationen in Österreich-Ungarn u. s. w. Wien 1883. 8°. X, 201 u. VIII pg.

[2] Victor R. v. Tschusi zu Schmidhoffen und K. v. Dalla Torre, 2. Jahresbericht (1883) des Komitees für ornithologische Beobachtungs-Stationen in Österreich-Ungarn. Wien, C. Gerolds Sohn 1885. 8°. VIII u. 379 pg. (auch Ornis, 1. Jahrg. 1885. 8°. p. 197—576).

Gefahr ist, daß diese isolierten Daten in der übrigen Masse von solchen übersehen und unverwertet bleiben könnten.

Accipiter nisus L. Sperber. Bausnitz, J. Demuth:

„. . . . Ich sah einst, wie ein Finkenhabicht einem Vogelsteller ein Stieglitzbauer samt Vogel raubte und dieses auf eine Fichte trug. Er ließ das Bauer fallen, der Inwohner aber war verschwunden."

Stuhlweißenburg, G. Szikla:

„. . . . Welcher Finten und Kniffe sie sich auf ihrer Jagd nach kleinen Vögeln bedienen, und daß auch sie mit dem Zeitgeist fortschreiten und ihn zu ihren Gunsten ausbeuten, beweist ein durch mich selbst erlebter Fall. Ich jage häufig in den Hottern der Gemeinde Szt. Mihály und Zichy Falva und benütze bei diesen Ausflügen die Eisenbahn; häufig bemerkte ich, daß ein Sperber an dem Zug in paralleler Linie und derselben Richtung unter dem Damm zwischen dem Weidengebüsch und dem Train dahin huschte; nachdem er den Zug 300—400 m übereilt, beschrieb er einen Bogen in der Luft bis zum Ende des Zuges und begann sein Manöver von vorne. Ich hielt dies eine Zeitlang für ein mutwilliges Spiel; doch als ich einst wieder den Zug benützte, bemerkte ich, wie fein der blutgierige Räuber kombinierte; das Brausen und Getöse des Zuges scheuchte eine Gesellschaft kleiner Vögel aus dem schutzbietenden Gebüsche auf, die feldeinwärts flüchtete, von dem Sperber pfeilgeschwind verfolgt wurde, und gar bald fiel ein kleiner Vogel ihm zum Opfer. So sah ich, wie ein Sperber den Eisenbahnzug als Treibhund benützte."

Buteo vulgaris Bechst. Mäusebussard. Kunnersdorf, H. Ehinger:

„Von diesen Bussarden hatten sich 2 Stück seit November 1882 auf einem etwa 20 Joch großen Felde, welches an einer Berglehne liegt und von drei Seiten mit Wald umgeben ist, niedergelassen. Da auf diesem Felde sehr viele Mäuse waren, so lagen beide Mäusevertilger sehr fleißig der Jagd ob, und zwar derart, daß gewöhnlich einer in dem angrenzenden Walde auf einem Baume stand und daselbst gleichsam Wache hielt, während der andere die Mäuse fing. Bis Februar d. J. hielten selbe dort Stand und waren dann auf einmal verschwunden. In diesem Frühjahr zeigte es sich nun sehr deutlich auf diesem Felde, daß fast sämtliche Mäuse vernichtet waren, woraus wieder bewiesen wird, wie nützlich dieser Bussard der Landwirtschaft ist."

Circus aeruginosus L. Sumpfweihe. Stuhlweißenburg, G. Szikla:

„Ich war Augenzeuge davon, daß er innerhalb circa 20 Minuten 5 Eier aus dem Neste einer Rohrhenne in seinen Fängen auf das Trockene brachte. Er schlürfte das Ei mit solcher Geschicklichkeit aus, daß kein einziger Tropfen verloren ging. Die Ufer größerer Gewässer sind voll von Eierschalen, welche alle Zeugenschaft gegen diesen Missethäter ablegen. Schwimmvögel greift er gewöhnlich nur an, wenn sie einsam schwimmen. Ich hatte häufig Gelegenheit, zu sehen, wie sich unser Wassergeflügel gegen diesen Feind wehrt. *Anas boschas, acuta, clypeata* etc. stehen allsogleich auf, wissend, daß sie in der Luft sicherer sind; — *ferina, leucophthalma, marila, crecca, strepera* etc. tauchen und kommen dann nur mit dem Kopf zum Vorschein. Am kühnsten verhalten sich die Rohrhühner; nachdem sie diesen Feind erblickt, schwimmen und flattern sie auf einen dichtgedrängten Haufen zusammen und erwarten mit langgestrecktem Hals den Feind; dieser aber erachtet es in diesem Falle stets für geraten, seinen Versuch aufzugeben, und zieht sich feige zurück."

Bubo maximus Gibb. Uhu. Johannesthal, J. Taubmann:

„Ich traf diesen Vogel in einer Waldschlucht, wo er sein Nest in einer Felsenwand hatte, welche stark und tief durchlöchert war. Trotzdem kam der Vogel nicht zum Brüten, da ein Steinmarder der Nachbarschaft ihm wieder die Eier wegtrug. Oftmals konnte ich des Vogels klägliches und schrilles Geschrei in der Abenddämmerung hören, aber es wollte mir nicht gelingen, denselben zu

sehen. Da saß ich eines Abends wieder in meinem Späherwinkel, das Nistloch des Vogels streng im Auge behaltend, und sah, wie derselbe sich in der Dämmerung aus seiner Lethargie aufschüttelte und zwischen mondbeschienenen Bäumen herumflog. Plötzlich erschien der erwähnte Marder und kroch unverzüglich in das Eulenloch. Nach einer kleinen Weile kam er mit einem Ei der Eule heraus, um mit demselben sofort unter den nächsten Felsblöcken zu verschwinden. Die nächsten Tage begab ich mich wieder zu diesem Felsen, wo ich in demselben Loche Haare des Marders und Federn des Uhus antraf. Dies läßt schließen, daß es zum Kampfe zwischen genannten zwei Geschöpfen kam. Nicht weit von dort, wo mir an jenem Abende der Marder verschwunden war, bemerkte ich zu meinem nicht geringen Erstaunen vier Eier liegen, die unversehrt waren, und wovon eines der Amsel, zwei der Drossel und eines dem Birkhuhn angehörte."

Cypselus apus L. Mauersegler. Bürgstein, F. Stahr:

„. . . . nistet sehr gern in Nistkästen für Stare und vertreibt auch dieselben, wenn sie von jenen schon Besitz genommen. Durch das Geschrei der Sperlinge aufmerksam gemacht, sah ich heuer einen Vogel im Flugloche des Nistkastens stecken. Ich stieg hinauf und zog mit Mühe eine Steinschwalbe hervor; hinterher stürzte ein Sperlingpaar heraus und flog schreiend um mich. Als ich den Segler näher betrachtete, sah ich, daß ihm ein Auge ausfloß, welches ihm wahrscheinlich von den Sperlingen zerstört worden war. Der Segler vermochte sich in dem engen Flugloche, aus dem er nicht heraus konnte, nicht zu wehren."

Hirundo urbica L. Stadtschwalbe. Bausnitz, J. Demuth:

„Einen Rückzug im Frühjahr bemerkte ich bei Schwalben noch nie, fand vielmehr, daß sie eher vor Frost und Hunger sterben als zurückziehen."

Corvus Corax L. Kolkrabe. Stuhlweißenburg, G. Szikla:

„Im Gerezder Hotter des Somogyer Komitates brüten drei Paare, und obwohl man sie Jahr für Jahr ihrer Jungen beraubt, verlassen sie nicht nur den gewählten Waldteil nicht, sondern benützen selbst mehrere Jahre hindurch denselben Horst. In Insta war mit Ende Februar das Nest schon fertig; am 10. März schoß jemand das brütende ♀ im Neste, das, da selbes unerreichbar war, darin liegen blieb. Nach einiger Zeit benachrichtigte man mich, daß der Rabe nach einer Suche von mehreren Tagen mit einer neuen Gefährtin zurückgekehrt und mit ihrer Hilfe das tote ♀ aus dem Neste warf, worauf dieses gereinigt und ausgebessert und sofort zur Brut geschritten wurde."

Turdus pilaris L. Wachholderdrossel. Bürgstein, F. Stahr:

„Beginnt der vielfachen Nachstellungen wegen schon seltener zu werden, doch kommt sie immer noch häufig genug vor. Das Nest auf Kiefern, besonders gerne in den Gabelungen in verschiedener Höhe. Vor einigen Jahren habe ich immer einige Nester in Manneshöhe gefunden, doch baut sie jetzt viel höher, auch auf schwache Äste und sichert sich dadurch mehr vor den Nachstellungen."

Hohenelbe, A. Sikula:

„Erscheint gewöhnlich Ende Oktober und bleibt so lange hier, als sie noch Vogelbeeren findet; wechselt aber dabei beständig ihren Aufenthaltsort. Ihr Zug geht gewöhnlich nördlich gegen das Riesengebirge zu, weil die Ebereschen, je höher im Gebirge sie stehen, um so später reif werden. Da dort aber kein Wachholder wächst, so halten sie sich auch nicht länger auf, als die Vogelbeeren dauern."

Turdus viscivorus L. Misteldrossel. Kelc, W. Capek:

„Am 20. März vernahm ich ein ♂, das den Amselgesang nachzuahmen trachtete."

Waxenberg, K. Geyer:

„Seinem Warnungsrufe nachgehend, habe ich im Walde schon viele Katzen, Wiesel, Marder und Habichte erlegt."

Ruticilla tithys L. Hausrotschwänzchen. Schossendorf, R. Maras:

„Im Sommer 1879 nistete ein Paar ganz nieder in einem Kegelplane. Bei jedesmaligem Kegelschieben wurde das Nest auf das Dach gesetzt, ohne daß sich die Vögel im Brüten stören ließen.“

Dandalus rubecula L. Rotkehlchen. Johannesthal, J. Taubmann:

„In einer Bauernstube hielt man ein frei herumfliegendes Rotkehlchen, das, als junge Staren, die aufgezogen werden sollten, gebracht wurden, derselben sich annahm und sie fütterte.“

Innsbruck. Dr. v. Dalla Torre.

Über die Färbung und Zeichnung der Tiere[1].

Es wird jedermann im ersten Augenblick erstaunlich sein zu hören, daß gerade das, was an Tieren und Pflanzen am meisten in die Augen springt, nämlich ihre Farben, bis jetzt noch am allerwenigsten Gegenstand wissenschaftlicher Forschung gewesen ist. Sie sind es, die man am leichtesten wahrnehmen und deren Beziehungen zu einander man mit Anwendung der geringsten Hilfsmittel erforschen kann. Aber es scheint fast, als ob gerade dieser Umstand es ist, der die Gelehrten von einer Beschäftigung mit solch einfachen Dingen abhält. Es läßt sich nicht ableugnen, daß ein Teil derselben danach strebt, durch möglichst schwierige, mit Anwendung bedeutender Hilfsmittel angestellte Beobachtungen zu glänzen, ohne zu bedenken, daß sie hierbei Zweck und Mittel miteinander verwechseln, denn nur der Zweck, zu welchem eine Untersuchung angestellt wird, macht bekanntlich die Wissenschaftlichkeit aus, nicht aber das Mittel, dessen man sich dabei bedient. Wenn nun auch durch die Verfeinerung der Methoden der Wissenschaft schon außerordentlich viel genützt worden ist und sicherlich noch genützt werden wird, so thun doch gewiß diejenigen Forscher Unrecht, welche sich einer Erforschung derjenigen Eigenschaften gegenüber, die mit geringeren Hilfsmitteln beobachtet werden können, geradezu ablehnend verhalten. Und doch erfordern gerade diese Forschungen oft ein sehr scharfes Beobachtungsvermögen, wie wir später auch bei der Untersuchung der Farben sehen werden.

Darwin war wohl der erste Forscher, der sich vorurteilsfrei auch mit den einfachsten Erscheinungen beschäftigte, welche die Tier- und Pflanzenwelt darbietet. Mit welch großartigen Erfolgen seine Bemühungen belohnt worden sind, das ist allgemein bekannt. Auch die Farben der Tiere und Pflanzen machte er zum Gegenstand der Untersuchung. Die Übereinstimmung zwischen der Farbe der Tiere und der ihres Wohnortes, die uns bei so vielen Tieren, bei höheren und niederen, mögen sie sich in der Luft, auf der Erde oder im Wasser bewegen, auffällt, und die Zurückführung dieser Übereinstimmung auf ihre Ursachen, die Variation und die natürliche Züchtung, waren Früchte seiner Forschungen und sind jetzt allgemein anerkannte Sätze.

[1] Vergl. hierzu die Mitteilungen in Kosmos XIII (1883) S. 378. D. Red.

Sowohl in bezug auf das Ziel wie in bezug auf die Methode seiner Forschungen hat Darwin nur sehr wenig Nachfolger gehabt. Die Mehrzahl der heutigen Forscher beschäftigt sich aus den bereits oben genannten Gründen viel zu sehr mit Anatomie, Histologie und Embryologie, um Zeit für die Biologie erübrigen zu können. Diese liegt daher wie ein großes unbearbeitetes Feld da, trotz der Fruchtbarkeit, die es bewies, als Darwin es in Angriff nahm.

So ist es gekommen, daß außer Weismann, der uns wichtige Aufschlüsse über die Farben der Raupen gebracht hat, erst ein einziger Forscher die Farben der Tiere zu einer weiter ausgedehnten Untersuchung benützt hat. Es ist Prof. Eimer in Tübingen.

Seine ersten Untersuchungen beziehen sich auf die zahlreichen Varietäten der Mauereidechse (*Lacerta muralis*). Er teilt sie uns mit in seiner Arbeit: Untersuchungen über das Variieren der Mauereidechse, ein Beitrag zur Theorie von der Entwickelung aus konstitutionellen Ursachen, sowie zum Darwinismus. Berlin, Stricker, 1881.

Schon frühere waren auf die Verschiedenheit in der Färbung dieser Eidechsen aufmerksam geworden und hatten, wie z. B. de Betta, gefunden, daß »ihre so sehr mannigfaltigen Farben alle Bezug auf ihren Wohnort hätten«. Leydig berichtet, daß die *campestris* genannte Varietät »etwas Helles, man möchte sagen dem Sande, auf dem sie lebt, Ähnliches« habe. Auch von *Lacerta agilis* sagt er, »daß die Gegend des Vorkommens die Färbung zu beeinflussen vermag«. An den warmen sandigen Abhängen bei Stein am Rhein fand er im Herbst eine lichte Grundfarbe in Anpassung an den hellen Boden. Ebensolche lichtgraue Tiere fand er im Herbst an der Südseite des Gebhardsberges bei Bregenz. Leuchtend grün aber waren die Eidechsen, welche er im Frühling an den sonnigen Bergen bei Weinheim an der Bergstraße fing. Wallace macht in seinen Beiträgen zur Theorie der natürlichen Zuchtwahl darauf aufmerksam, daß die Eidechsen der Wüste insgesamt die Farbe des Sandes tragen. Nicht minder interessant ist das, was Darwin von einer patagonischen Eidechse (*Proctotretus multimaculatus*) berichtet. »Sie lebt auf dem nackten Sande in der Nähe der Küste und kann wegen ihrer gefleckten Farbe, den bräunlichen, mit weiß, gelblichrot und schmutzig blau gesprenkelten Schuppen, kaum von der umgebenden Fläche unterschieden werden. Wird sie erschreckt, so versucht sie dadurch der Entdeckung zu entgehen, daß sie sich mit ausgestreckten Beinen, platt gedrücktem Körper und geschlossenen Augen tot stellt. Wird sie noch weiter belästigt, so gräbt sie sich mit großer Geschwindigkeit in den losen Sand ein. Wegen ihres abgeplatteten Körpers und ihrer kurzen Beine kann diese Eidechse nicht schnell laufen.«

Eimer selbst machte die Erfahrung, daß »die grüne Varietät der Mauereidechse vorwiegend da lebt, wo weite, grün angebaute Flächen, wie Getreidefelder und Grasplätze, sich ausbreiten, daß die olivenbraune Varietät sich aber häufiger dort findet, wo kahle Erd- oder Sandflächen, etwa abwechselnd mit grün, vorherrschen; die Eigenschaften der gezeichneten, besonders der gefleckten endlich fand er vorzugsweise in der Nähe von Gebüsch ausgeprägt oder da, wo sie sonst durch ihre Zeich-

nung auf dem Untergrunde geschützt sind — was nicht ausschließt, daß alle Varietäten nebeneinander vorkommen können, jede in ihrer Art angepaßt bestimmten Verhältnissen der Umgebung, durch welche der nötige Schutz für jede einzelne gegeben sein kann.« Auch Schreiber sagt, daß die mehr grauen und bräunlichen Formen vorzugsweise im Gestein, die grünen Varietäten ausschließlich auf Wiesen und Grasplätzen vorkommen.

Besonders unterstützt wird die Erklärung dieser Thatsachen als Anpassungen durch die Beobachtung, daß jede Eidechse sich stets nur innerhalb eines begrenzten, sehr beschränkten Gebietes aufhält und daß sie innerhalb dieses Gebietes alle Schlupfwinkel und wohl ebenso alle übrigen Verhältnisse, welche ihrem Schutze dienlich sind, genau kennt. Bei Gefahr eilt sie mit Sicherheit einem bestimmten Schlupfwinkel zu. Erreicht man es aber, sie hiervon abzutreiben, so irrt sie verzweifelt umher. Diese »Seßhaftigkeit«, wie Eimer die Thatsache nennt, daß die Eidechsen innerhalb ganz bestimmter, eng begrenzter Gebiete ihr Leben verbringen, ist von der größten Bedeutung für die Einrichtung ihres Kleides nach Farbe und Zeichnung und für die Fixierung bestimmter Variation überhaupt.

Die Anpassung der Eidechsen geht sogar noch viel weiter. Eimer fand, daß die Mauereidechsen im heißen September des Jahres 1877 auf dem ausgedörrten Boden Süditaliens die hervorragend grüne Farbe, welche die Mehrzahl ihrer Individuen im Frühling auszeichnet, verloren hatten, wodurch sie sich mehr der Bodenfarbe anpaßten. Hierbei ist zu beachten, daß dieser Farbenwechsel nicht nur mit der Änderung der Farbe der Umgebung, sondern auch mit der Brunstzeit in Zusammenhang steht. Im Frühling und Sommer tragen die Eidechsen ein »freudiggrünes« Hochzeitskleid. Der Umstand indessen, daß das Hochzeitskleid gerade grün und das bescheidene Herbstkleid glanzlos und düster braun gefärbt ist, kann nur als eine Anpassung an die veränderte Farbe der Umgebung aufgefaßt werden.

Außer diesen Farben bemerkt man aber an den Mauereidechsen auch das Auftreten blauer und schwarzer Töne. Blau tritt in kleinen Flecken auf, namentlich während der Brunstzeit beim Männchen. Es dient in schöner Anordnung als Zierde der Geschlechter: an der Kehle des Männchens, als blaue Augen hinter den Vorderbeinen und als blaue Flecke an den äußersten Bauchschildern. Ebenso findet sich Schwarz in Flecken und Binden vor.

Eine blaue oder schwarze Gesamtfärbung ist bis jetzt nur bei auf isolierten Felsen lebenden Varietäten und als zufällige Variation bei einzelnen Tieren gefunden worden. Aus diesen Umständen schließt Eimer, daß die Mauereidechsen eine »Neigung« haben müssen, blaue und schwarze Töne hervorzubringen, daß letztere nicht durch natürliche Zuchtwahl, sondern aus »inneren Ursachen« entstehen.

»Einen bedeutenden Anhaltspunkt für diese Annahme gab mir die Thatsache, daß auch die Mauereidechse der Insel Capri auffallend häufig einen Anflug von blauer Gesamtfärbung zeigt, daß auch bei ihr die Farbe Blau da und dort zu größerer Herrschaft gelangt, das Grüne zu ver-

drängen beginnt, eine Erscheinung, welche meiner Meinung nach eben mit inneren Ursachen und damit in Zusammenhang zu bringen ist, daß ein großer Teil der Insel arm an Pflanzenwuchs ist, aus Felsen besteht, deren Oberfläche Farbentöne und andere Bedingungen aufweist, welche die Entstehung blauer Gesamtfärbung der Eidechsen nicht hindern, sondern welche sich damit in Übereinstimmung befinden.

Ich schloß, daß an Orten mit üppigem Pflanzenwuchs ebenso wie auf braunem oder sonstwie, nicht blau oder grau oder schwarz gefärbtem Gestein, blau, graublau oder schwarzblau gefärbte Eidechsen durch Auslese ständig entfernt werden, während da, wo nicht Pflanzen, sondern wo ausschließlich die Verhältnisse des Bodens — dunkle Färbungen, Risse, Schatten — ihnen Schutz gewähren können, eine dunkle, schwarz- oder graublaue Rasse um so eher zur Herrschaft kommen müsse, als eben »innere Ursachen« diese Dunkel- bezw. Blau- und Schwarzfärbung begünstigen.«

Gewissenhaft legt sich Eimer auch die Frage vor, ob es nicht äußere Einflüsse gewesen sein können, denen man die Dunkelfärbung zuschreiben müßte. Man könnte z. B. daran denken, daß das Sonnenlicht, wie zuweilen behauptet wird, diese direkt mechanisch hervorgerufen hätte. Wie wenig dies zutrifft, geht aus der einzigen Thatsache hervor, daß die Eidechsen der pflanzenleeren sonne-glühenden Sahara, im Gegensatz zu den im Norden lebenden, keine Spur von Schwarz, auch keine von Blau, sondern die Farbe des weißlichgelben Sandes haben. Aus demselben Grunde kann auch der Temperatur eine solche Einwirkung nicht zugeschrieben werden. Ebenso hat die Feuchtigkeit eine solche Wirkung nicht; denn Eimer fand unter denselben Feuchtigkeitsverhältnissen auf bewachsenen Inseln grüne, auf unbewachsenen blaue Eidechsen. Diese äußeren Momente können also Dunkelfärbung nicht unbedingt zur Folge haben, obgleich zugegeben werden mag, daß sie dieselbe vielleicht begünstigen können. Vielmehr weisen diese Thatsachen und auch der Umstand, daß die Jungen mancher Eidechsen schwarz aus dem Ei kriechen, darauf hin, daß die Eidechsen aus inneren Ursachen oder besser »konstitutionellen Ursachen«, d. h. solchen, welche in der stofflichen Zusammensetzung des Körpers gelegen sind, die Neigung haben, dunkle Farben im Kleide zu erzeugen. »Puritanischer Anpassungszwang und der Luxus der Zierat, welcher der geschlechtlichen Zuchtwahl dient, streiten im Kleide unserer Eidechsen und wägen sich je nach den Umständen mehr zu gunsten des einen oder andern ab — speziell treten die Farben Blau und Schwarz am Körper derselben zwar gerne auf, werden aber vor größerer Ausbreitung durch ständige Auslese soweit beseitigt, als dies für die Sicherheit der Tiere nötig ist; sie werden nur soweit als Zierden belassen, als es mit Rücksicht auf diese Sicherheit möglich ist — gelangen dagegen zur Herrschaft, sobald die Hindernisse ihrer Ausbreitung wegfallen.«

Eimer hatte nun auf dem Faraglione-Felsen, einem in der Nähe der Insel Capri isoliert aus dem Meere hervorragenden Felsen eine neue Varietät der Mauereidechse aufgefunden, welche er ihrer bläulichen Färbung wegen *Lacerta muralis coerulea* nannte. Ihr Rücken ist nämlich schwarz mit bläulichem Ton, das Blau nimmt an ihren Seiten zu, um

als volles Meerblau die Unterseite zu zieren. Das Gestein der Insel Capri und des erwähnten Felsens ist auf frischem Bruch, z. B. an den senkrecht abfallenden Felswänden gelbrot, die dem Wetter ausgesetzte Oberfläche jedoch ist durch mikroskopische Flechten graublau gefärbt. Noch dunkler ist die Färbung an den Stellen, welche der Einwirkung des Meerwassers ausgesetzt sind, und schwarzblau, wie mit Ruß angestrichen oder mit Tinte bespritzt wird sie dort, wo das Gestein nicht betreten wird, wie es mit dem Faraglione der Fall ist. Hieraus geht also hervor, daß die graublauen Eidechsen durch die Farbe des Gesteins vor Feinden z. B. Möwen geschützt sind. Dazu kommt, daß sie von weitem den vielen Spalten, Rissen und Schatten, von welchen der Felsen bedeckt ist, ähnlich sehen. Auf einen solchen Schutz sind sie aber angewiesen, da der spärliche Pflanzenwuchs während des größten Teils des Jahres vertrocknet ist.

Demgegenüber behauptet Giglioli, daß die auf dem Filfolafelsen bei Malta lebenden schwarzen Eidechsen sich sehr stark von dem hellen Untergrunde des Gesteins abheben. Eimer berichtet aber aus eigener Anschauung, daß der Fels aus Kalkstein besteht, der nur auf frischem Bruche gelblich-weiß ist, daß ein großer Teil der Oberfläche dieses Felsens vollkommen rußschwarz ist und daß mit dieser Farbe die der schwarzen mit kleinen grünen Fleckchen besprenkelten Oberseite der Eidechse sehr gut übereinstimmt. — Ferner behauptet Braun, daß die dunkeln auf der kleinen Felseninsel Ayre, nahe bei Menorca, lebenden Eidechsen (*Lacerta Lilfordi*) sich von dem weißgelben Gesteine sehr stark abheben. Eimer hat diese Örtlichkeit nicht kennen gelernt, er vermutet jedoch mit Rücksicht auf die Angaben Braun's, daß das Vorkommen dieser Eidechse ein künstliches sei.

Zur Entstehung einer neuen Form ist die Isolierung auf einer abgeschlossenen Insel nicht notwendig, obgleich, wie Eimer anführt, Moritz Wagner seinem Migrationsgesetz entsprechend hieran festhält. Vielmehr kann an jeder Örtlichkeit eine neue Varietät entstehen, wenn sie hier eine natürliche Züchtung erfährt oder wenn konstitutionelle Ursachen zu dieser Abänderung drängen und letztere durch natürliche Züchtung nicht zurückgedrängt wird, und gelegentliche Vermischung von Stamm- und abgeänderten Individuen wird die Entstehung eines neuen Typus nicht verhindern. Aus dem in dieser Zeitschrift (1886, I. Band, 1. Heft) erschienenen Aufsatz über »die Kulturzüchtung des Menschen gegenüber der Naturzüchtung im Tierreich« geht hervor, daß sogar M. Wagner zufolge »Beschränkungen der Kreuzung« genügen, um »verschiedene Typen« mit allerdings nur »geringen äußeren Merkmalen« entstehen zu lassen. Schon dadurch können neue Varietäten entstehen, daß sich die abgeänderten Tiere weniger mit andern Varietäten als unter sich mischen.

Von der Mauereidechse kommen, wenn wir zunächst von den auf isolierten Inseln lebenden absehen, auch auf dem Festlande sehr viele Varietäten vor, welche sich besonders durch die Verschiedenartigkeit der Zeichnung voneinander unterscheiden. Eimer stellt folgende Hauptvarietäten auf: die gestreifte (*striata*), die gefleckte (*maculata*), die un-

gezeichnete oben braungelbe, unten farblose oder bleigraue (*modesta* oder *olivacea*) und die grüne (*elegans*), deren Oberseite vorne grün, hinten dunkler und deren Unterseite oft blau gefärbt ist. Indessen finden sich auch Übergänge, aber weit weniger zahlreich als die ausgeprägten Typen. Ferner gibt es nur ganz bestimmte Übergänge, sie »führen nämlich alle zur gestreiften, sie sind Ausdruck der Abstammung: die gestreifte muß als die Stammform aller andern angesehen werden. So zeigen sich andeutungsweise Beziehungen zwischen der gestreiften einerseits und der *modesta* und *elegans* anderseits und ausgesprochene zwischen der gestreiften und gefleckten; aber niemals ist z. B. die *modesta* gefleckt.«

Bei allen diesen Eidechsen sind die Jungen meist mehr oder weniger ausgesprochen gestreift, was auf die gemeinsame Stammform hinweist.

Ferner beobachtet man, daß sich »die Eigenschaften der Stammform länger und deutlicher beim Weibchen als beim Männchen zeigen«, daß letzteres also in der Umwandlung weiter vorangeschritten ist.

Überall, wo die gestreiften noch vorherrschen, zeigt sich die Neigung, gefleckt zu werden; da aber, wo die gefleckten schon fest eingesessen sind, fangen sie an, ihre Eigenschaften auf die Jungen zu übertragen, so daß bei diesen das gestreifte Stadium mehr oder weniger überwunden ist. Unter den gestreiften beobachtet man namentlich bei alten Männchen eine solche Auflösung der Längsstreifen in Flecke.

Die Umwandlung der gestreiften Zeichnung in die gefleckte geht in der Weise vor sich, daß sich die Grenzlinien des mittelsten (des ersten) Rückenstreifens in Flecken auflösen, dann immer mehr nach einwärts rücken und den sekundären mittleren Fleckenstreifen bilden — niemals aber rücken sie nach außen. Ebenso lösen sich die Grenzlinien der übrigen Streifen in Flecken auf, und zwar rücken dann die Flecken der oberen Grenzlinie des dritten Streifens in den zweiten Fleckenstreifen, die der unteren Grenzlinie aber in den vierten Fleckenstreifen. Der Umstand, daß gerade in dieser und keiner andern Weise die Umwandlung vor sich geht, kann nur dadurch erklärt werden, daß die Konstitution des Körpers die Ursache hiervon sein muß.

Eine weitere Umbildung ist *L. maculata reticulata*, bei der sich die Flecken durch Linien verbinden, und eine noch weiter entwickelte Varietät *L. maculata tigris*, bei der die Flecken nur noch quer zur Längsachse des Körpers verbunden und lang ausgezogen sind, so daß eine getigerte Zeichnung, eine Querstreifung entsteht. Beide Erscheinungen wurden besonders an alten Männchen gefunden.

Es gibt zwei Hauptrassen von Mauereidechsen, eine nördliche und eine südliche, unter jeder von ihnen kommen die verschiedenen soeben erwähnten Varietäten und Übergänge vor. Alle nördlichen in Oberitalien und Deutschland lebenden sind kleiner und platykephal, alle südlichen in Süditalien lebenden sind größer und pyramidokephal. Erstere sind mehr braun und feiner gezeichnet, letztere mehr grün und blau und gröber gezeichnet. Endlich zeigen sich die südlichen in ihrer Zeichnung weiter vorgeschritten als die nördlichen.

Alle Übergänge hier aufzuzählen würde viel zu weit führen. Stets geschieht die Umwandlung so, daß die Grenzlinien bestimmter Längsstreifen sich in Flecke auflösen und diese in die benachbarten Streifen einrücken. Und zwar geht diese Umwandlung auch dann vor sich, wenn Stamm- und neue Form untereinander leben, also nicht isoliert sind.

Nicht unwichtig ist ferner die Beobachtung, daß die jugendliche Zeichnung sich in der Regel viel deutlicher und länger im vordern Teil des Körpers erhält als im hinteren: vorn, gegen den Hals hin ist derselbe häufig auch dann noch deutlich gestreift, wenn hinten die Flecken herrschend geworden sind. Es scheint demnach, daß die Neubildung der Zeichnung im hinteren Teile des Rumpfes — von der Höhe desselben an — zuerst beginnt und von da nach vorn vorschreitet.

Eine neue Eigenschaft in der Zeichnung tritt also am hintern Ende des Körpers zuerst auf, zieht sich nach vorn und wird hinten durch eine neu auftretende wieder verdrängt. Diese Erscheinung nennt Eimer eine »wellenförmige Entwickelung«.

Dieselben Umwandlungen, welche die verschiedenen Varietäten der Mauereidechse durchmachen, findet Eimer auch bei anderen Eidechsen wieder, so bei der Smaragdeidechse (*L. viridis*), der Wald- oder Zauneidechse (*L. agilis*) und andern afrikanischen Eidechsen, ebenso wie bei Skinken und Geckonen.

Auch unter den Amphibien findet er eine Bestätigung seines Gesetzes; er zieht hierbei die Zeichnungen des Laubfrosches (*Hyla viridis*), des grünen Wasserfrosches (*Rana esculenta*) und des braunen Grasfrosches (*R. temporaria*), ferner die der Kröten, des Salamanders und der Tritonen in betracht.

Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Untersuchungen an den Zeichnungen der Mauereidechsen die Hauptstütze der Theorie bleiben, da sie am ausführlichsten und sorgfältigsten angestellt sind. —

Es mag noch erwähnt werden, daß Eimer auch auf andern isolierten Inseln besondere Varietäten der Mauereidechse gefunden hat. Die eine ist prächtig blau und lebt auf dem zweiten isolierten und pflanzenleeren Faraglionifelsen; die andere bildet eine Zwischenform zwischen der auf der Insel Capri und den auf den Faraglionifelsen lebenden und bewohnt den mit niedrigen Pflanzen bewachsenen Monaconefelsen; sie ist mattgrün und nur an den Seiten bläulich und nimmt in der heißen Jahreszeit eine mehr bräunliche Färbung an. Noch weniger Blau zeigen die auf den Gallifelsen lebenden Eidechsen. Stets ist die blaue Färbung auf Bauch und Rücken bei den Männchen satter als bei den Weibchen. Im Herbst und Winter schwindet das Blau und ist am stärksten im Frühling und Sommer.

Interessant sind ferner die Beobachtungen Eimer's über die Eidechsen der Wüste, welche durch ihre Ähnlichkeit in Farbe und Zeichnung mit dem Wüstensande das Erstaunen dieses Forschers hervorriefen. Bei ihnen fand er ferner, daß »die Kiele der Schuppen, die Fortsätze der Zehen, welche der Gattung *Acanthodactylus* den Namen gaben, sich in dem Grade mehr entwickelt haben, als die Tiere in warmen, trockenen oder regenarmen Gegenden leben. Hand in Hand mit der Ent-

wickelung dieser Eigenschaften geht die weitere, daß die Schuppen des Rückens aus der Form von kleinen, wenig Oberfläche darbietenden Körnern sich zu umfangreichen, platten, schließlich dachziegelartig übereinander gelagerten, nur im Grade der höchsten Ausbildung mit den freien Rändern weit von einander abstehenden Schuppen gestalten. Diese Umwandlung beginnt am Schwanze, ist vorzüglich deutlich zuerst in der Gegend der Schwanzwurzel und schreitet von da allmählich nach vorn über den Rücken.« Auch »unter den Varietäten der Mauereidechse haben diejenigen die kleinsten Rückenschüppchen, welche an verhältnismäßig sehr feuchten Orten leben«, z. B. die auf isolierten Inseln lebenden, wie die Filfolaeidechse, deren kleine Schüppchen die Körperoberfläche gar nicht mehr bedecken.

Alle *Acanthodactylus*-Eidechsen sind »so absolut hellgraubraun wie der Wüstensand, so gleichmäßig ohne alle Zeichnung, daß sie nur dann als lebendes Wesen erkannt werden, wenn sie vor den Schritten der Karawane über den Sand dahinfliehen«. Außerordentlich erstaunt aber war Eimer, als er mit dem Eintritt in eine Oase »plötzlich *Acanthodactylus*-Eidechsen vor sich hatte, welche auf dem Rücken einen Schimmer von Grün und außerdem eine ziemlich stark ausgeprägte schwarze Fleckenzeichnung zeigten«.

Noch mehr beobachtete er die Anpassungsfähigkeit der Eidechsen an den Abhängen des Ätna. Unten, wo die Vegetation noch üppig wucherte, sah er schön grüne Tiere, wie sie im grünen Gebüsch Süditaliens sich finden. Als er aber in vegetationsärmeres Gebiet kam, änderte sich die Farbe dieser Tiere: »es erschienen zuerst einzeln, dann mehr und mehr zahlreich solche, bei welchen ein Teil der Körperoberfläche die Farbe des Gesteins angenommen hatte, so daß sie, auf diesem sitzend, weniger leicht sichtbar wurden«. Je weiter er in die vegetationsärmere Gegend der Lava vorschritt, um so brauner wurden die Tiere, und zwar hielt sich ein grünes Gebiet auf der Mitte des Rückens am längsten, wurde aber stetig kleiner und verschwand zuletzt. Kurz die Anpassung der Farbe der Tiere an die der Lavasteine war eine vollkommene.

Der Lavastrom, auf welchem Eimer diese Verhältnisse vorfand, stammte aus dem Jahre 1669. Er schließt hieraus, daß die beschriebene vollkommene Anpassung innerhalb eines Zeitraumes von 200 Jahren vor sich gegangen sei. Er setzt hierbei stillschweigend voraus, daß grüne Eidechsen aus den untern, bewachsenen Gegenden auf den bereits erkalteten Lavastrom gewandert seien und sich dort den neuen Verhältnissen angepaßt hätten, während doch ebenso leicht braune Eidechsen von den ebenfalls unbewachsenen Lavafeldern her eingewandert sein können. — Das aber geht aus diesen Thatsachen von neuem hervor, daß zur Bildung einer neuen Varietät eine vollkommene Isolierung durchaus nicht notwendig ist.

Zum Schluß mag noch erwähnt werden, daß ein ausgezeichneter Eidechsenkenner, Giglioli, diese Übereinstimmung noch weiter bestätigt. Auf den Inseln Stromboli, Santo Stefano, del Toro, Tinetto, La Scuola, Linosa ist das Gestein dunkel und die dort lebenden Varietäten sind

auffallend dunkel gefärbt. Auf den Inseln Montecristo und Pianosa mit weißlichem Gestein aber leben helle Eidechsen. Endlich finden sich auf den Inseln Palmajola, Salina, Lipari, Gozo, Comino, welche alle mit üppigem Pflanzenwuchs bedeckt sind, die gewöhnlichen grünen Eidechsen Süditaliens.

Kehren wir zu den Umwandlungen zurück, welche die Zeichnung der Tiere erleidet. Stets zeigt sich die Umwandlung der Streifung in eine Fleckenzeichnung und die dieser in eine Querstreifung. Eimer glaubt hieran die Vermutung knüpfen zu dürfen, daß »die Thatsache ursprünglicher Herrschaft der Längsstreifung in Zusammenhang stehen möchte mit der ursprünglich herrschenden monokotyledonen Vegetation, deren Streifen und Streifenschatten die Streifenzeichnung unserer Eidechsen entsprochen haben würde, und ferner, daß die Umwandlung der Streifenzeichnung in eine Fleckenzeichnung in Zusammenhang stehe mit der Ausbildung einer Vegetation, welche Fleckenschatten wirft. — In der That sprechen zahlreiche Erscheinungen dafür, daß in früheren Zeiten unsere Fauna viel mehr gestreift gezeichnete Glieder aufzuweisen hatte, als dies heute der Fall ist[1].« Gestützt wird die Vermutung etwas durch die Beobachtung, daß »auch heute stark fleckige Formen wesentlich an Orten mit Fleckenschatten, längs gestreifte mehr auf Grasboden u. s. w. vorkommen«.

Die Jungen der überwiegenden Mehrzahl der Reptilien und Amphibien sind längs gestreift und auch bei Säugetieren zeigt sich dies vielfach, wie bei Rehen, Hirschen, Tapiren und Wildschweinen. Junge Nacktschnecken und Raupen sind sehr oft längsgestreift. Die Querstreifung bringt er in Zusammenhang mit den Schatten z. B. des Gezweiges von Holzpflanzen; so fällt die Zeichnung der Wildkatze im Geäste der Bäume nicht auf.

Überall zeigt sich hierbei die Präponderanz des männlichen Geschlechtes, wie z. B. bei den Vögeln. Bei Amseln, Drosseln oder Würgern behalten die Weibchen das jugendliche Kleid, während die Männchen selbst nahe verwandter Gattungen oder Arten später weit mehr von einander abweichen.

Die Raubvögel empfehlen sich unter anderem zum Studium der Umwandlung. »Die Jungen fast aller unserer einheimischen Raubvögel haben nach Abwerfen der Dunen ein Jugendkleid, welches braun gefärbt und mit schwarzen Längsspritzen gezeichnet ist, die zuweilen so aneinander gereiht sind, daß sie schwarze Längslinien darstellen, später aber in längs gestreifte Flecken sich auflösen. Die Weibchen behalten dieses Kleid häufig; zuweilen wird es aber auch bei ihnen, wenigstens im Alter, in ein quergestreiftes umgewandelt. Dies ist die Regel beim Männchen schon zur Zeit seiner Reife.« Die Rückenseite nimmt zuerst die neuen Eigenschaften an. Die Längsstreifung erhält sich am längsten an der Unterseite. Der Rücken verliert zuerst die Zeichnung, und zwar zuerst wieder beim Männchen. Die Querstreifung kann wenigstens in Form von Querbinden an der Unterseite des Schwanzes und der Flügel oder

[1] Vergl. hierzu die Bemerkungen a. a. O. in Bd. XIII, S. 383.

an der ganzen Unterseite bestehen bleiben. Auch die Unterseite wird zuletzt einfarbig. »Zugleich ändern sich die Farben aus Braun in Braunrot, in Grau, Graublau, Blau, zuweilen in Schwarz und in Weiß. Die letztere Farbe ist, wenn sie am ganzen Tier, auch am Rücken auftritt, wohl mit Ausnahme der Fälle, in welchen es sich um Anpassung an Schneefarbe handelt wie bei der Schneeeule, dem isländischen Falken etc., eine Alterserscheinung, gleich dem Bleichen der Haare des Menschen«. »Zuweilen trifft man alle Stufen der Umbildung am Körper eines und desselben Vogels: Kehle längsgestreift, Brust längsgefleckt, nach unten in kurze, abgerissene Fleckenzeichnung übergehend, welche den Übergang zur Querstreifung bilden, die am Schwanze ausgesprochen ist, während die ganze Rückenseite schon einfarbig geworden.« Das Gesetz der »wellenförmigen Entwickelung« ist hier also ebenso deutlich oder deutlicher ausgesprochen als bei den Eidechsen, sie schreitet von hinten nach vorn und vom Rücken nach dem Bauche zu.

Zur Stütze dieser Sätze führt Eimer eine große Zahl von Thatsachen besonders über die Färbung der Falkenarten an. Er empfiehlt einen Blick auf die Abbildungen von Riesenthal »Die Raubvögel Deutschlands« zu werfen, auf denen man nach den gegebenen Regeln sofort junge Tiere und Weibchen von den Männchen unterscheiden könne. Eine besondere Besprechung erfordern die Eulen. Bei einigen derselben scheint das Kleid der erwachsenen Tiere längs gefleckt zu sein, während schon die Jungen ein bräunliches quergestreiftes Dunenkleid tragen. Eine genaue Untersuchung zeigt aber, daß die Federn nur in der Mitte eine Längsstreifung haben, aber am Rande quergestreift sind. Diese Zeichnung scheint erst eine weitere Umwandlung der reinen Querstreifung zu sein, wie sie sich am Schwanze oder an der Unterseite findet.

Es mag noch erwähnt werden, daß Eimer vermutet, die Farben Grau, Graublau, Blau und Schwarz, welche besonders das Männchen und gerade im kräftigsten Alter schmücken, wie bei den Eidechsen, seien als Schmuckfarben während der Brunstzeit zu betrachten; er nennt sie »Kraftfarben«.

Bei dieser Gelegenheit hat Eimer, allerdings nur nebenbei, eine Ansicht geäußert, die so sehr im Widerspruch mit derjenigen vieler anderer Forscher steht, daß sie erwähnt werden muß. Er sagt nämlich: »Das Männchen mußte die Schmuckfarben um so leichter auf das Weibchen und die Art übertragen, als sie zur Zeit der höchsten Kraft und Begattungslust am üppigsten sein mußten.« Eimer hält also den Zustand, in dem sich das Individuum zur Zeit der Begattung befand, für vererbungsfähig. Bei Raubvögeln zeigt sich ein Verblassen der Farben und Eimer glaubt, daß dieser Prozeß durch die Fortpflanzung alter aber geschickter Männchen beschleunigt würde, welche ihre blassen Farben vererben. Er fährt sogar folgendermaßen fort: »Ich berühre diese Frage deshalb, weil man ähnliche Beziehungen in der menschlichen Gesellschaft thatsächlich antrifft: man begegnet zuweilen Kindern mit auffallend altem Gesichtsausdruck, und wenn man nachfrägt, so wird man in solchen Fällen in der Regel erfahren, daß ihre Eltern oder daß ihr Vater zur Zeit der Zeugung in sehr hohem Alter stand! Fortgesetzt müßte dieselbe

Ursache eine schon in der Jugend sehr alt aussehende Menschenrasse allmählich hervorbringen.« Dem gegenüber behauptet Weismann, daß der Zustand zu der Zeit, wo die Begattung stattfand, für die Vererbung gleichgültig ist, vielmehr kann ein Tier nur solche Eigenschaften übertragen, deren Entstehungstendenz bereits in ihm von Anfang an, also schon im Ei, vorhanden war. Es vererbt sich also nicht die Eigenschaft, sondern die Tendenz, diese Eigenschaft unter bestimmten Verhältnissen (z. B. in einem gewissen Alter) hervorzubringen. Ein Knabe kann z. B. auch Geschlechtscharaktere von dem Vater seiner Mutter erben. Dagegen würde ein Sohn keinen Bart bekommen, wenn der Vater sich kurz vor der Erzeugung desselben den seinigen hatte abrasieren lassen, was bekanntlich nicht richtig ist. Nicht der Bart vererbt sich, sondern die Tendenz zur Bildung desselben.

Eine besondere Stütze der Theorie Eimer's bilden die Untersuchungen Weismann's über die Farben von Sphingidenraupen, die daher kurz erwähnt werden müssen. Dieser Forscher kommt hierbei zu folgendem Resultat: »Alle Daten der Entwickelungsgeschichte laufen darauf hinaus, daß von den drei bei Sphingiden vorkommenden Zeichnungsformen, der Längsstreifung, den Schrägstrichen und den Flecken, die erstere die ältere ist. Unter den Arten, welche mit Schrägstrichen oder mit Flecken geziert sind, finden sich viele, deren Jugendstadien längsgestreift sind, das Umgekehrte aber findet sich nicht: niemals zeigt die junge Raupe Flecken oder Schrägstriche, wenn die erwachsene Raupe nur längsgestreift ist. Die erste und älteste Zeichnung der Sphingiden-Raupe war also die Längsstreifung.«

Indessen scheint die Umbildung bei diesen Tieren doch etwas komplizierter zu sein. Denn nach Weismann kann man nicht sagen, daß die zweite Form der Zeichnung, die Schrägstriche, sich aus der ersten, der Längsstreifung, entwickelt hätte; beide kommen nämlich gleichzeitig nebeneinander vor. Sicher aber ist, daß sie später auftreten und daß sie bleiben, wenn die Längsstreifen bereits verschwunden sind. Eimer glaubt, daß sich die Streifen zuerst in Punkte und kleine Felder zerlegen, wie Weismann beobachtete, und daß diese sich vielleicht weiter umbilden könnten. Jedenfalls sind neue Untersuchungen nötig, um einen etwaigen Zusammenhang der Zeichnungen nachzuweisen.

Nicht unwichtig ist die Beobachtung, daß auch hier die neuen Eigenschaften zuerst am hinteren Teile des Körpers zu entstehen pflegen.

Weismann sieht in diesen Thatsachen Anpassungen an ihre Lebensverhältnisse und zieht die Möglichkeit, daß hier konstitutionelle Ursachen thätig gewesen sein können, zunächst nicht in Betracht. »Schon der erste Anfang einer Streifung muß nützlich gewesen sein, denn er zerlegte für das Auge des Beschauers bereits die große, auffällige Fläche des Raupenkörpers in mehrere Stücke und machte sie dadurch weniger auffallend.« »Es ist auch nicht schwer einzusehen, wie eine ganze Gruppe von Gattungen sich mit dieser niedrigen Stufe der Zeichnung bis heute behelfen konnte. Färbung und Zeichnung sind ja nicht das einzige Schutz- und Trutzmittel dieser Tiere, und gerade die Raupen der so einfach gezeichneten Taubenschwänze (*Macroglossini*) besitzen z. B. die

schützende Gewohnheit; bei Nacht zu fressen, bei Tage sich aber zu verbergen. Übrigens kann unter gewissen Lebensbedingungen die Längsstreifung auch für die Sphingidenraupe ein besserer Schutz sein als irgend eine andere Zeichnung, und alle die Arten, bei denen sie heute noch die bleibende Zeichnung ist, leben entweder zwischen Gräsern oder an Koniferen.« Letztere Thatsache ist nicht unwichtig für die Theorie Eimer's über die Anpassung der Tierzeichnung an die Schatten der monokotyledonen Vegetation.

Die Schrägstreifung wird durch Anpassung an gerippte Blätter, die Ring- bezw. Augenfleckenzeichnung als Nachahmung von Teilen der Nahrungspflanzen, Beeren, oder als Schreckmittel oder als Widrigkeitszeichen aufgefaßt. »Die unregelmäßige Gitterzeichnung ahmt das Gewirr von Lichtern und Schatten, Streifen- und Flecken nach, welches unter niedrigem Pflanzenwuchs zwischen Stengeln, trockenen und dürren Blättern am Boden entsteht.«

Trotzdem Weismann in den meisten Eigenschaften Anpassungen an bestimmte Lebensverhältnisse erblickt, so sagt er als unparteiischer Forscher doch, daß »die Zeichnung der Sphingidenraupen sich äußerst allmählich, gesetzmäßig und nach ganz bestimmten Richtungen hin phyletisch entwickelt hat«. Die Entwickelung der *Deilephila*-Arten zeigt, »daß die Entwickelung der Zeichnung eine durchaus gesetzmäßige ist, daß sie bei allen Arten in derselben Weise vor sich geht. Alle Arten scheinen auf dasselbe Ziel loszusteuern und es macht deshalb den Eindruck, als ob ein inneres Entwickelungsgesetz es wäre, welches als treibende Kraft die phyletische Weiterbildung der Arten veranlasse.« Die Thatsache ferner, daß die Raupen die Neigung haben, die gleichen Charaktere nach und nach auf allen Segmenten zu wiederholen, und ferner daß neuentstandene Eigenschaften sich später auf immer jüngere Tiere übertragen, wenn auch hierfür eine Nützlichkeit nicht zu entdecken ist, führt auch Weismann auf die Wirkung innerer Ursachen zurück.

Schon früher war Weismann zu einem ähnlichen Ergebnis gekommen; denn er sagt in seiner Schrift über den Saison-Dimorphismus: »So wenig ich geneigt bin, einer unbekannten Transmutationskraft das Wort zu reden, so sehr möchte ich auch hier wieder betonen, daß die Umwandlung einer Art nur zum Teil auf äußeren Einflüssen beruht, zum andern Teil aber auch auf der spezifischen Konstitution dieser neuen Art« . . . . . »Jeder Art sind durch ihre physische Konstitution bestimmte Variationsmöglichkeiten vorgezeichnet. Dieselben sind offenbar außerordentlich zahlreich für jede Art, aber nicht unendlich, sie gestatten der Naturzüchtung einen weiten Spielraum, aber sie beschränken dieselbe auch, indem sie sie zwingen, gewisse, wenn auch breite Entwickelungsbahnen einzuhalten.« Wir sehen also, wie sehr sich auch Weismann der Theorie über die Wirkung innerer Ursachen anschließt.

Aachen. C. Düsing.

(Schluß folgt.)

Botanik.

Eine neue Art des Tierfangs bei karnivoren Pflanzen.

Durch die unten genannte Schrift[1] werden wir mit einem neuen höchst interessanten Beispiel insektenfressender Pflanzen bekannt gemacht. Eine unserer gemeinsten und auffallendsten parasitisch auf anderen Pflanzen lebenden Blütenpflanzen ist die merkwürdige in unseren Laubholzungen häufig auftretende Schuppenwurz *Lathraea squamaria*. Sie gehört zu der Familie der Rhinanthaceen, deren meiste Glieder auf den Wurzeln anderer Pflanzen parasitieren.

Ihre Wurzeln treiben, wo sie fremde Wurzeln berühren, kurze Fortsätze, die in die fremde Wurzel eindringen und sich an deren Holzkörper anlegen, um den in denselben aufsteigenden, von der fremden Wurzel aus dem Boden aufgenommenen Nahrungssaft aufzusaugen, und man bezeichnet diese Fortsätze daher als Haustorien. Das Haustorium entzieht also der fremden Pflanze nur den von deren Wurzel dem Boden entnommenen, in ihren Holzkörper aufsteigenden Nahrungssaft, den man den r o h e n (noch nicht von den Blättern im Lichte assimilierten) Nahrungssaft nennt. Demgemäß haben auch die meisten Rhinanthaceen g r ü n e Blätter, in denen sie im Lichte die aus der Luft aufgenommene Kohlensäure und den von den Haustorien zugeführten Nahrungssaft zu den Kohlehydraten und anderen Aufbaustoffen ihres Körpers verarbeiten. Der Schuppenwurz fehlen aber diese grünen Blätter und doch entnimmt sie durch ihre Haustorien den fremden Wurzeln nur den in deren Holzkörper aufsteigenden rohen Nahrungssaft. Woher erhält sie nun die organischen Baustoffe ihres Körpers, die sie nicht in ihren bleichen oberirdischen Teilen bilden kann?

Die Schuppenwurz hat ihre deutsche Bezeichnung daher erhalten, weil sie unter der Oberfläche des Bodens in der Erde einen reich verzweigten Stamm (Rhizom) trägt, dessen sämtliche Zweige dicht mit schuppenförmigen Blättern besetzt sind, und von denen einzelne direkt zu den oberirdischen Blütenständen auswachsen. Diese schuppenförmigen Blätter des unterirdischen Rhizoms haben einen eigentümlichen Bau. Sie entsprechen einem Blättchen, dessen oberer Teil nach hinten und unten zurückgeschlagen und mit dem umgerollten Rand verwachsen ist. Demgemäß zeigen sie unter ihrem schmalen Stielchen eine breite Höhlung, eine Hohlkehle, von der sich noch strahlig fingerartige Höhlungen in die verdickte Umbiegungsstelle der schuppenförmigen Blätter fortsetzen. Diese Höhlungen sind mit zweierlei Drüsen ausgekleidet; die einen weit zahlreicheren sind gestielt mit zweizelligen Köpfchen; die anderen sind sitzend und bestehen aus einer flachen scheibenförmigen Basalzelle, deren Oberfläche von 3—4 Zellen bedeckt ist; an die Basalzellen der letzteren treten regelmäßig die letzten feinsten aus spiralförmig verdickten Leit-

[1] A. Kerner v. Marilaun und B. Wettstein v. Westersheim: Die rhizopodoiden Verdauungsorgane tierfangender Pflanzen. (Aus dem XCIII. Bande der Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, I. Abt. Jan.-Heft, Jahrg. 1886.)

zellen gebildeten Auszweigungen des in die Schuppe eingetretenen Gefäßbündels heran. Dringen nun in die Höhlungen kleinere Tierchen, wie Infusorien, Anguillulen und andere ein und berühren dabei die Drüsen, so tritt eine merkwürdige Reaktion ein; aus den Köpfchenzellen der gestielten Drüsen wie aus den Oberflächenzellen der sitzenden Drüsen sprießen Plasmafäden hervor, die sich an die Eindringlinge anlegen und sie wie mit Fangarmen festhalten. Die Ausscheidung eines besonderen Sekrets in der Höhlung wurde nicht beobachtet. Da man aber von den eingedrungenen Tieren nach einiger Zeit nur noch Klauen, Beinschienen, Borsten und kleine, braune, formlose Klümpchen antrifft, während ihre Weichteile spurlos verschwunden sind, so muß hier Nahrungsaufnahme aus der Körpersubstanz der eingedrungenen Tiere durch die gleich Fangarmen aus den Drüsenzellen vorgestreckten Plasmafäden erfolgen, ganz ähnlich wie bei den Pseudopodien der Rhizopoden. Dabei ist es wahrscheinlich, daß nur die sitzenden Drüsen, an welche die letzten Verzweigungen des Gefäßbündels herangehen, der Aufsaugung, die gestielten köpfchenartigen Drüsen dagegen mit ihren Fortsätzen dem Festhalten der eingedrungenen Tiere dienen. So entlehnt die Schuppenwurz ihre organische Substanz dem Aufsaugen der Weichteile jener vielen in ihre zahllosen Blatthöhlungen eingedrungenen Tierchen.

Während bisher bei den insektenfressenden Pflanzen nur solche mit Pepsin absondernden Drüsen (*Drosera* — Sonnentau) oder solche mit Fallen, deren Grund mit Saugzellen versehen ist (Kannen von *Nepenthes*), bekannt waren, haben die Verf. in den die pseudopodienartigen Plasmastrahlen aussendenden Drüsenzellen von *Lathraea* einen neuen Typus der Aufnahme von Weichteilen gefangener Tiere kennen gelehrt. Ihm schließen sich vielleicht an die 1877 von Francis Darwin bei *Dipsacus silvestris* (Quart. Journ. of Microsc. Science 1877 III), 1880 von F. Ludwig an *Silphium perfoliatum* (Kosmos Bd. VIII. 1880—81 pg. 48) nachgewiesenen, Fortsätze aussendenden Drüsenköpfchen, welches Auftreten von Fortsätzen an den Drüsen von *Dipsacus* aber F. Cohn auf die Quellungserscheinungen eines Exkrets zurückführen wollte (Bericht über die Thätigkeit der Botanischen Sektion der Schlesischen Gesellschaft, 1877 pg. 50). Diese Deutung erscheint hier bei *Lathraea* gänzlich ausgeschlossen.

Berlin. P. Magnus.

Litteratur und Kritik.

Entwickelung und Glückseligkeit. Ethische Essays von B. Carneri. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch). 1886. IV, 469 S. 8^0. (Mk. 8.—)

Wir brauchen unsere Leser nur mit wenigen Worten auf diesen schönen Strauß aufmerksam zu machen, den unser verehrter Mitarbeiter uns hier bietet, denn die Blumen, aus denen er gebunden ist, haben, mit Ausnahme der Einleitung, alle schon den »Kosmos« geschmückt. Allein durch diese Vereinigung haben die bis dahin vereinzelten zusammenhangslos erscheinenden Abhandlungen einen wesentlich erhöhten Wert bekommen: reden auch ihre Titel von allen möglichen Gegenständen, von der »Urzeugung« wie vom »Problem des Schönen« u. s. w., so zielen sie doch insgesamt auf die Begründung einer monistischen Ethik ab, die eben aufs innigste mit der Entwickelungslehre und der aus naturwissenschaftlicher Erkenntnis erwachsenen Weltauffassung verflochten ist. Dieser innere Zusammenhang macht sich trotz aller Mannigfaltigkeit überall geltend und so erscheint es durchaus gerechtfertigt, sie als »ethische Essays« zu bezeichnen. Es sind nicht etwa leichte Plaudereien über dies und das, sondern lauter ernst geschriebene, von der tiefinnerlichen Wärme und der unerschrockenen Wahrheitsliebe des Verf. durchdrungene Betrachtungen, denen niemand folgen wird, ohne das Buch ordentlich erfrischt, in seinem philosophischen Denken gefördert, in seinen Anschauungen geklärt aus der Hand zu legen. Vor allem wohlthuend berührt uns die Mannhaftigkeit, mit der Verf. stets als treuer Freund des Materialismus sich bewährt: so schonungslos er auch dessen Fundamentalfehler aufdeckt, dessen Oberflächlichkeit und Kurzsichtigkeit den wichtigsten Problemen gegenüber nachweist, so freudig anerkennt er doch zugleich die großen Verdienste dieser Richtung um den Fortschritt der naturwissenschaftlichen und philosophischen Methoden und die innige Verwandtschaft, die auch den echten Kritizismus noch mit der materialistischen Denkweise verbindet, welcher er entschieden unendlich mehr verdankt als allen metaphysischen Träumereien. Wie auf solchem vom Schutte der idealistischen Spekulation gereinigten Boden wahre Sittlichkeit gedeihen und das feste Gebäude der wissenschaftlichen Ethik errichtet werden kann, zeigt uns Verf. besonders in der zweiten Hälfte des Buches mit begeisternden Worten. — Die neu hinzugekommene Einleitung (S. 1—24) ist ein kleines Meisterwerk für sich, und wenn Verf. im Vorwort die Befürchtung ausspricht, sie möchte ihrer Länge wegen von manchem Leser überschlagen werden, so sind wir im Gegenteil überzeugt, daß ihre prächtige Architektonik, die Fülle trefflicher Gedanken, die Klarheit und Geradheit der Darstellung jeden anreizen werden, sich gründlich darein zu vertiefen und auch alles Folgende sich zu eigen zu machen. B. V.

Konrad Deubler. Tagebücher, Biographie und Briefwechsel des oberösterreichischen Bauernphilosophen. Herausgegeben von Arnold Dodel-Port, o. ö. Prof. a. d. Univ. Zürich. Leipzig, B. Elischer 1886. 2 Bände mit 4 Kunstbeilagen. XVI, 394; VIII, 356 S. 8°.

Es ist ein ganz eigenartiges, wunderbar anmutendes Lebensbild, was hier vor unseren Augen entrollt wird. Der arme Bergarbeiterssohn, Müllerbursche, später Bäcker, Gastwirt, Fremdenführer und Bauer, der sich sein lebenlang mit schwerer Handarbeit ehrlich geplagt und manches Ungemach erlitten hat — wir sehen ihn ganz allmählich durch eigenes unablässiges Streben heranreifen zu einem selbstdenkenden, charakterfesten, für wahre Aufklärung und Befreiung von Glaubens- und Gewissenszwang glühend begeisterten Manne, der mit Ludwig Feuerbach, Ernst Häckel, Julius Duboc, B. Carneri und vielen anderen Forschern und Schriftstellern in lebhaftestem persönlichen und brieflichen Verkehr stand, der sich zumeist aus eigenen Ersparnissen eine wertvolle Bibliothek anschaffte, die in einem besonderen, mit den Bildern seiner »lieben Heiligen« und manchem Kunstwerk geschmückten Atelier aufgestellt war und gar fleißig benutzt wurde, — und der sich bei alledem die ungekünstelte Geradheit und Herzlichkeit des Gebirgsbewohners und bis zu seinem Ende die ungetrübte Ruhe und Heiterkeit des Philosophen bewahrt hat. — Es mag für den Herausgeber, obwohl er seit 1877 mit Deubler befreundet war, doch keine leichte Aufgabe gewesen sein, aus den überall zerstreuten Notizen und Tagebuchblättern, aus mündlichen Erzählungen und Briefen ein so vollständiges Gesamtbild von dem Entwickelungsgang, dem Wirken und Streben dieses seltenen Mannes, wie es jetzt vor uns steht, zu gestalten, und es verdient vor allem anerkannt zu werden, daß ihm dies vortrefflich gelungen ist, ohne daß die Wahrheit der Darstellung irgendwie durch eigene Zuthaten gelitten hätte. Ebensosehr ist die in jeder Hinsicht schöne und würdige Ausstattung des Buches rühmend hervorzuheben. Namentlich Deubler's Porträt in Stahlstich bildet eine höchst wertvolle Ergänzung zum Texte. — Bei der einmal angenommenen Einteilung des Stoffes — Lebensbild im ersten Briefwechsel im zweiten Bande — war es freilich nicht zu vermeiden, daß manche Wiederholung selbst nebensächlicher Dinge mitunterlief, statt deren wir gern etwas mehr thatsächliche Züge zur schärferen Ausgestaltung des psychologischen Bildes von Deubler, über seinen persönlichen Verkehr mit den Leuten seines Dorfes, mit seinen auswärtigen Freunden u. s. w. gehabt hätten. Immerhin findet dieser Mangel eine gewisse Rechtfertigung in dem wiederholt betonten Bestreben des Verf.s, keine Dichtung, sondern nur die Wahrheit zu geben, wo möglich nichts Subjektives zu dem, was sich authentisch belegen läßt, hinzuzuthun. Auch so ist ja das Bild seines Helden anziehend und lebensvoll genug geworden, und wir sind überzeugt, daß jeder Leser es ihm herzlich danken wird, daß er uns mit diesem mannhaften Verfechter der Volksaufklärung, mit diesem edlen Schüler und Freund eines Feuerbach und Häckel, mit diesem tapferen klugen Materialisten bekannt gemacht hat. B. V.

Bibliographie.

Das Grundgesetz der Wissenschaft. Von Dr. med. **Em. Jaesche.** Heidelberg. 1886. Georg Weiß. 455 S. gr. 8°.

Der schon so oft betonte Parallelismus, welcher im geistigen Wachstum des einzelnen Menschen und in der kulturellen Entwickelung der Gesamtmenschheit besteht, bildet den Ausgangspunkt des vorliegenden Werkes. Verfasser bezeichnet unsere gegenwärtige geistige Altersstufe als Übergangsstadium vom vorwiegend äußerlichen, unselbständigen Sein zum zielbewußten und verinnerlichten. Als notwendiges, zunächst erreichbares Ziel auf dieser neuen Bahn stellt er die volle wissenschaftliche Erkenntnis des geistigen Seins und seiner Bedeutung im menschlichen Wesen auf — sowohl wie den Bruch mit alten Überlieferungen und die allgemeine Verbreitung des anerkannt Wahren „im innigen Bunde mit Schönheit — zum Besten des Ganzen".

Das Schwergewicht des Buches liegt in der Erläuterung des Weges, auf welchem die Wissenschaft zu unfehlbaren Schlüssen gelangen kann. Als „Grundgesetz der Wissenschaft" betrachtet JAESCHE die Forderung nach einer vollständigen Bestimmung eines Gebietes von Dingen als eines wissenschaftlichen Ganzen. Das *induktive Schlußverfahren* soll diese Bestimmung erbringen, indem es die Grund- und Folgezustände der Dinge, ihre Beziehungen zu einander, ihre Beschaffenheit und ihre Verbindungsweise ermittelt. Dann fängt die Aufgabe des deduktiven, absteigenden Schlußverfahrens an, welches „ein Gebiet von Dingen als ein Erkenntnis-Ganzes darstellen muß": der allgemeinste Grund, die gemeinsame Ursache wird nun für das ganze Gebiet vorangestellt, um von ihnen die Folgen und Wirkungen abzuleiten.

Nach seinem hier angedeuteten Grundplan unternimmt Verfasser eine möglichst vollständige Darlegung jener allgemeinen Gesetze, kraft welcher 1. die körperliche, 2. die belebte, 3. die bewußte Welt mit ihren mannigfaltigen Formen, Beziehungen und Zusammensetzungen erkannt werden soll. Eine sorgfältig durchgearbeitete, genau formulierte wissenschaftliche Terminologie und zahlreiche, den verschiedensten Gebieten des Wissens entnommene Beispiele gestalten diesen Teil besonders klar und anregend. — Die Frage, wie „das tierische Sein im Menschen unter dem Einflusse des Selbstbewußtseins zum menschlichen Sein erhoben wird", veranlaßt Verfasser zum eingehenden Betrachten des Menschen in seiner besonderen, einzelnen Erscheinung.

Der Mensch aber „steht nie ganz allein für sich da, das eigentlich Menschliche entwickelt sich in ihm auch nur, wenn er in Gemeinschaft mit anderen heranwächst": daraus ergibt sich die Notwendigkeit, dem Grundgesetz der Wissenschaft gemäß die Bestimmungen des tierischen Seins und des geistigen Seins, wie sie schon aufgestellt wurden, zu einem weiteren Ganzen zu vereinigen und die menschliche Gemeinschaft als ein Ganzes wissenschaftlich zu bestimmen. Verfasser löst auch diese Aufgabe, wobei er in bezug auf die beste Zukunft der Menschheit als wichtigsten Faktor eine zweckmäßige Staatsleitung bezeichnet. Mit dem Hinweis auf die Unmöglichkeit eines willkürlichen Verfahrens in der wissenschaftlichen Forschung und auf die Pflicht eines jeden, die Wissenschaft als ein einheitliches Ganzes zu erfassen und zu fördern, schließt Verfasser sein Buch, welches durch die schöne klare Sprache bei aller Wissenschaftlichkeit des Inhalts auch dem gebildeten Laien sehr zugänglich ist. SCH.

Paul Kipper (Sagan): **Geistesleben und Deszendenzlehre.** Ein erkenntnistheoretisch-kritischer Versuch. Inaug.-Dissert. f. Jena. Naumburg a. S., O. Hauthal. 1885. 67 S. 8°.

Nach einer kurzen Übersicht der Anschauungen idealistischer und materialistischer Philosophen in betreff der Bedeutung und Herkunft des Geistes, wobei an beiden Richtungen scharfe und treffende Kritik geübt wird, geht Verf. zur Darstellung der neuesten Resultate der Hirnforschung über, soweit sie auf die Frage nach dem Sitz der Seele und nach den mechanischen Bedingungen (im weitesten Sinne) der Geistesthätigkeit, des Bewußtseins bezug haben. Dann kommt er vom Standpunkt der Deszendenztheorie, die voll anerkannt wird, zu dem Schlusse: „Geworden ist auch der Geist im umfassendsten Sinne und soweit er Erscheinung ist; er ist zeitlich eingetreten in die Welt" u. s. w. Und zwar ist das Bewußtsein mit der ersten entschiedenen Unlustempfindung gelegentlich einer Veränderung gewohnter Lebensbedingungen gegeben, denen das Tier eine veränderte Rückwirkung entgegensetzen mußte. Frägt man nach dem „extensiven Bestand" des Bewußtseins, was auf die Kernfrage führt, „wieviel in der Erkenntnis dem Objekt, wieviel dem erkennenden Subjekt angehöre" (denn diese beiden sind, wie uns KANT gelehrt hat, die einzigen Erkenntnisquellen), so läßt sich auch von der Raum- und Zeitanschauung und vom Kausalbegriff zeigen, daß sie einigermaßen wie sie von der Außenwelt bedingt sind und daß sie „aprioriscli" nur in dem Sinne heißen können, als sie eben die einzigen für uns überhaupt möglichen Formen der Erfahrung sind. Allgemein ergibt sich uns so „die Vermutung, daß der Verstand sich an den Dingen gebildet und daß er .... in der Sinnlichkeit seine Wurzel habe: wie eine Maschine dem hinter ihr Stehenden, der sie bedient, vermöge ihrer Konstruktion genau seine Handgriffe vorschreibt; wobei es ihm dann später, wenn er die Maschine ganz beherrscht und sie bald stehen, bald gehen, bald dieses, bald jenes Muster weben läßt, scheinen kann, als sei er es, welcher der Maschine ihre Methode vorschreibe". „Die Welt der Erscheinungen ist der Meister, welcher das Instrument des Verstandes spielt, aber auch erbaut hat", und .... „der Geist in seiner Gesamtheit ist ein in Harmonie mit der übrigen Welt der Erscheinungen entwickeltes Produkt derselben" — eine Auffassung, die denn auch den Monismus vollkommen sicher begründet, die Leib und Geist, Stoff und Kraft als „zwei Erscheinungsweisen des nämlichen Unbekannten" erkennen lehrt. Daß aber die Deszendenzlehre nur das Wie, nicht das Wodurch und Woraus auch auf dem Gebiete der Geistesentwickelung zu geben vermag, brauchte zum Schluß kaum noch besonders ausgesprochen zu werden. B. V.

Sammlung von Vorträgen, herausg. von **W. Frommel** und **Friedr. Pfaff**. Heidelberg, C. Winter's Universitätsbuchhandlung. 8°. XIV, 7/8: Arizona, Studien und Wahrnehmungen, von G. VOM RATH. 112 S. 1885. (Mk. 1.80.) — XV, 1-2: Die Gletscher der Alpen, ihre Bewegung und Wirkung, von Dr. FR. PFAFF. 82 S. 1886. (Mk. 1.20.) — XV, 6/8: Babylonien, das reichste Land in der Vorzeit und das lohnendste Kolonisationsfeld für die Gegenwart. Ein Vorschlag zur Kolonisation des Orients, von Dr. A. SPRENGER. 128 S. 1886. (Mk. 2.—.)

Der Verf. der ersten von den oben genannten Schriften, der schon früher in dieser Sammlung seinen Reisebericht aus Siebenbürgen in sehr anziehender Form veröffentlicht hat, bietet uns hier ein treffliches, auf eigene sachkundige Untersuchungen wie auf eingehende litterarische Studien gestütztes Bild von dem Wunderlande Arizona, das, obwohl schon längst einen Teil der Union bildend, doch erst in neuester Zeit durch die Eisenbahn dem Verkehr und der Kenntnis einigermaßen erschlossen worden ist. Die ersten 43 S. sind einer sehr anschaulichen geographischen Charakteristik des durch seine großartigen Cañons berühmten Landes, seinem Metallreichtum, dem Klima und der Flora gewidmet, der Rest der Schrift aber beschäftigt sich mit der unglücklichen Bevölkerung und ihrer Geschichte, und indem Verf. dabei naturgemäß auch die Verhältnisse der übrigen Indianerstämme Nordamerikas mit in Betracht zieht, erweitert sich die Darstellung zu einer schweren, leider nur allzu begründeten Anklage gegen das treulose, hinterlistige, über alle Maßen grausame und selbstsüchtige Verfahren der frommen angelsächsischen Puritaner gegenüber den Eingebornen des Landes, das um so abscheulicher war, als es sich in

den westlichen Territorien gegen ansehnliche Völkerschaften richtete, die bereits, wie Verf. nach zuverlässigen Quellen zeigt, unter der milden verständigen Herrschaft der Spanier und Franzosen und ihrer Missionare das Christentum angenommen und eine hohe Stufe der Gesittung und geordneten Erwerbsthätigkeit erreicht hatten. Es ist ein entschiedenes Verdienst des Verf., diese beschämenden Thatsachen den auch heute noch beliebten scheinheiligen Schönfärbereien offizieller amerikanischer Berichte gegenüber schonungslos aufgedeckt zu haben.

Prof. Pfaff erörtert etwas trocken, doch streng sachlich und gewissenhaft die heutigen Probleme der Gletscherkunde, wobei er freilich vieles voraussetzt, was dem Durchschnittsleser kaum bekannt sein dürfte. Er vertritt exklusiv die Lehre, daß alle Gletscherbewegungen nur Folgen der Einwirkung der Schwere auf das plastische Gletschereis seien; bisher sei keine Erscheinung nachgewiesen, welche sich dadurch nicht erklären ließe (S. 43). Noch entschiedener wendet er sich gegen die allerdings auch von anderen Autoritäten bekämpfte Ansicht Penck's, daß die Gletscher vermittelst ihrer Grundmoräne ihr Bett vertieften und während der Eiszeit ganze Seebecken ausgehobelt hätten: schon weil das Eis am Grunde des Gletschers dem Maximum der Plastizität nahe sein müsse und sich jedenfalls nur sehr langsam fortbewege, könne es solche Wirkungen unmöglich hervorbringen. Ohne uns auf die eine oder die andere Seite zu stellen, erinnern wir nur an die vom Verf. selbst wiederholt betonte Thatsache, daß wir von den Temperaturverhältnissen, der Fortbewegung und sonstigen Vorgängen in größeren Tiefen und am Grunde der Gletscher einstweilen noch gar nichts Bestimmtes wissen und in dieser Hinsicht durchaus auf Vermutungen und Schätzungen angewiesen sind.

Die Broschüre von Prof. Sprenger, der früher Vorsteher der mohammedanischen Hochschule in Kalkutta war und über eine Fülle eigener Anschauungen nicht bloß aus Indien, sondern auch aus dem ganzen Orient gebietet, ist zu drei Vierteilen eine interessante Studie über die Klimatologie, die Bewässerungsarbeiten und den Kulturertrag Babyloniens in ältester Zeit, namentlich aber unter parthischer, arabischer und türkischer Herrschaft, welche den Beweis liefert, daß nur durch unablässige, in großem Maßstab durchgeführte Kanalisation, dann aber mit aller Sicherheit, reiche Erträgnisse aus jenem heute fast ganz verlassenen und versumpften Lande gezogen werden und Millionen von Menschen dort eine gesegnete Heimat finden können. Sogar über Anlage, Verlauf und Bedeutung einzelner Kanäle, über Besteuerungsart und Erträgnisse im Altertum wie im Mittelalter werden wir genau unterrichtet. Verf. folgert aus alledem mit Recht, daß nur unter dem Schutze einer thatkräftigen und vertrauenswürdigen Regierung daran zu denken sei, größere Kapitalien nach jenem Lande zu ziehen, und daß der erste Schritt dazu die Erbauung einer Euphratthalbahn durch die Engländer wäre. Von S. 96 an springt er aber plötzlich auf Syrien und Mesopotamien über, schildert die für Anlegung ausgedehnter Ackerbaukolonien noch weit günstigeren Verhältnisse dieser uns näher liegenden Gebiete und fordert eifrig dazu auf, deutsche Landwirte in wohlorganisierten Verbänden und unter staatlichem Schutze dort anzusiedeln und so eine Kette von deutschen, mit dem Mutterlande in engster Verbindung bleibenden Niederlassungen von der syrischen Küste bis ins Herz von Assyrien hinein herzustellen — offenbar in der Voraussicht, daß dieser fette Bissen dann beim schließlichen Zusammenbruch des türkischen Reiches von selbst Deutschland zufallen werde. Es sind auf jeden Fall sehr beachtenswerte Anregungen, die Verf. hier gibt, und wir empfehlen sie aufs wärmste allen denen zur Berücksichtigung, die mit uns der Ansicht sind, daß wir für unsern gewaltigen Bevölkerungsüberschuß wirklicher Ackerbaukolonien mindestens ebenso dringend bedürfen wie der Handels- und Plantagenkolonien, auf welche sich unsere Erwerbungen bisher beschränkt haben. B. V.

Ausgegeben den 30. November 1886.

Die Entwickelungsgeschichte der Anneliden

mit besonderer Rücksicht auf das sog. mittlere Keimblatt und das Zentralnervensystem.

Von

Dr. **R. S. Bergh** in Kopenhagen.

In den folgenden Zeilen wurde der Versuch gemacht, einige Hauptpunkte der Annelidenentwickelung übersichtlich darzustellen. Die Entwickelung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete war in den letzten Jahren in raschem Fluß begriffen. Es stellt sich dies sehr deutlich heraus, wenn man Balfour's Darstellung in seinem Handbuch der vergleichenden Embryologie den unten referierten neueren Ergebnissen gegenüberstellt. Die Balfour'sche Darstellung war damals (1880) sehr gut und zeitentsprechend; in den vergangenen sechs Jahren hat sich aber vieles geändert. — Wie der Titel ansagt, sind einige Punkte (das »Mesoderm« und das Nervensystem) anderen gegenüber bevorzugt worden. Dies liegt teils darin, daß die neueren Arbeiten hierüber sehr vollständige Ergebnisse geliefert haben, teils auch darin, daß sie ein hervorragendes allgemeines Interesse besitzen. Einzelne Abschnitte wie besonders die Entwickelung des Blutgefäßsystems wurden ganz weggelassen, weil die Untersuchungen hierüber noch nicht sehr weit gediehen sind; sie entbehren besonders noch zu sehr der Vollständigkeit.

I.

Die Furchung, die Keimblätter und die allgemeinen Anlagen.

Die Furchung ist bei den Anneliden, wie es scheint, durchweg inäqual; nur die relativen Größenverhältnisse der Furchungskugeln sind großen Schwankungen unterworfen, die sich schon innerhalb engbegrenzter Gruppen geltend machen und auch einen verschiedenartigen Modus der Keimblätterbildung hervorrufen. Als Beispiel eines Typus der Furchung und Keimblätterbildung mag *Eupomatus* dienen, deren erste Entwickelung kürzlich von Hatschek im Detail geschildert wurde. Die beiden ersten Furchen sind Meridionalfurchen: sie verlaufen vom animalen zum vegetativen Pol des Eies und stehen im rechten Winkel zu einander. Durch

dieselben wird das Ei erst in zwei, dann in vier Zellen gleicher Größe und Beschaffenheit geteilt. Die dritte Furche ist horizontal, steht senkrecht auf den beiden ersten, und durch dieselbe wird jede der vier ersten Furchungskugeln in zwei ungleiche Hälften geteilt, so daß vier obere kleinere und vier untere größere Zellen gebildet werden. Die Furchung schreitet nun weiter, und dabei bleiben die Zellen am vegetativen Pol größer als am animalen, die Größenunterschiede sind jedoch an keinem Zeitpunkt sehr bedeutend. Die Zellen weichen nach und nach im Zentrum des Eies auseinander, während sie an der Peripherie dicht aneinander schließen; im Zentrum wird somit eine Furchungshöhle gebildet. Die unteren Zellen der so entstandenen Blastosphaera stülpen sich schließlich ein und bilden das Entoderm mit der anfangs ziemlich engen Urdarmhöhle; die oberen Zellen stellen das Ektoderm dar.

In ähnlicher Weise verlaufen die ersten Entwickelungsvorgänge bei den Regenwürmern: die Furchung ist zwar ausgeprägt inäqual, jedoch sind die Größenunterschiede zwischen den Furchungskugeln bei weitem nicht so bedeutend wie in dem folgenden zu besprechenden Fall, und es bildet sich eine typische Einstülpungsgastrula mit Urdarmhöhle aus. Bei anderen Oligochäten wie bei *Rhynchelmis* (*Euaxes*), deren Entwickelung durch die Untersuchungen Kowalevsky's und Vejdovsky's bekannt geworden ist, sind dagegen die Größenunterschiede zwischen animalen und vegetativen Zellen (Mikromeren und Makromeren) viel bedeutender, und hier geschieht denn auch die Bildung der primären Keimblätter durch einen Umwachsungsprozeß (Epibolie); anfänglich ist dann keine Urdarmhöhle in dem umwachsenen Entoderm vorhanden. In ähnlicher Weise finden die Vorgänge bei manchen Polychäten statt, so z. B. bei *Nereis Dumerilii* nach Goette; nur ist die Anzahl der großen Furchungskugeln hier viel geringer als bei *Euaxes* und der Umwachsungsprozeß vollzieht sich etwas schneller.

Bisher war nur von den beiden primären Keimblättern (Ekto- und Entoderm) die Rede. Es muß jedoch dabei gleich bemerkt werden, daß in vielen Fällen zwei durch Größe ausgezeichnete Zellen sich schon während der Furchung kenntlich machen; dieselben liegen später zwischen den beiden primären Keimblättern nahe am Hinterende in bilateral-symmetrischer Anordnung und liefern jedenfalls einen sehr wesentlichen Beitrag zur Produktion des sogenannten »mittleren Keimblatts«. Bevor wir jedoch hierauf näher eingehen, wollen wir uns eine kleine Digression erlauben, um ein allgemeines Thema kurz zu besprechen.

In seinem neuen Buche hat nämlich Kleinenberg Ansichten über das mittlere Keimblatt ausgesprochen, die hier eingehend referiert werden müssen. Auf Grundlage allgemeiner Betrachtungen und seiner Studien über die Bildung der Gewebe und Organe bei *Lopadorhynchus* und anderen Anneliden kommt Kleinenberg zu dem Schluß, daß das Mesoderm nur ein »Glaubensartikel aller embryologischen Sekten« ist; in der That sei gar kein mittleres Keimblatt im Sinne eines Fundamentalorgans vorhanden (während bekanntlich die beiden primären Blätter Fundamentorgane darstellen, indem das äußere dem Hautsystem, das innere dem Darm der ausgebildeten Cölenteraten entspricht). Kleinenberg stellt

dabei mit Recht die genealogische Zurückführung indifferenter Embryonalteile auf fungierende Organe bei den Vorfahren stark in den Vordergrund, und bei dieser Betrachtungsweise wird das Mesoderm als eine Bildung aufzufassen sein, »in welcher genetisch ungleichwertige Bestandteile nur scheinbar in eine einheitliche Masse vereinigt sind«. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß ein Organ nach dem anderen, das früher dem Mesoderm zugerechnet wurde, aus demselben hat ausgeschieden und den primären Keimblättern zugezählt werden müssen; so ließ man bekanntlich früher sowohl die Chorda dorsalis wie die Spinalganglien der Wirbeltiere aus dem mittleren Keimblatt entstehen, faktisch gehören aber die erstere dem Entoderm, die letzteren dem Ektoderm an. Das Mesoderm hat sich also nicht als »der fruchtbare Boden für mannigfaltige Organkeime« erwiesen, und Kleinenberg erwartet noch viel mehr Organanlagen »aus dem Sumpf des Mesoderms herausgefischt zu sehen«. Nachdem der Verfasser sich die Mühe gemacht hat, der schon früher glücklich dahingeschiedenen Hertwig'schen Cölomtheorie in einem geistreichen Nachruf zu gedenken, resümiert er seine eigenen Betrachtungen in folgenden Worten, die es, wie mir scheint, verdienen, hier in extenso wiedergegeben zu werden:

»Die ausgebildeten Cölenteraten besitzen kein Mesoderm, und demgemäß erscheint auch das mittlere Keimblatt der Embryonen höherer Metazoen als ein bloß konventioneller, den Thatsachen nicht entsprechender Begriff. Was man bisher so nannte, ist entweder die Summe unabhängiger heterogener Anlagen, die im Bereich der primären Keimblätter entstehen, oder eine einzige Anlage eines bestimmten Gewebes oder Organs, die eventuell teilweiser Umbildung unterliegt. Am häufigsten sind mächtige ektodermale Muskelanlagen und paarige Anhänge des Urdarms zum mittleren Keimblatt gemacht worden. Die Frage nach der Homologie des sogenannten Mesoblasts in den verschiedenen Tierklassen beruht auf der Voraussetzung des Vorhandenseins eines Nichtvorhandenen und fällt daher von selbst weg. Die Homologie der Organe muß in jedem Falle, mit Berücksichtigung etwaiger Substitutionen, durch die genetischen Beziehungen zu den beiden Blättern des Cölenteratenkörpers festgestellt werden. Ektoderm und Entoderm sind die ursprünglichen Grundlagen aller Gewebe und Organe — die Geschlechtszellen wahrscheinlich ausgenommen — bei den Cölenteraten: ebenso verhält sich das Ektoderm und Entoderm der Entwickelungsformen. Diese Blätter erzeugen besondere Gewebe, ohne dadurch irgendwie die Fähigkeit neuer Gewebebildung einzubüßen. Anderseits nehmen die direkt von einem der beiden Blätter entspringenden Gewebe und Organe die Möglichkeit mit sich, ihrerseits andere Gewebe und Organe hervorzubringen; in keinem lebenden Körperteil ist die innere Kraft der Umbildung gänzlich geschwunden. Dabei wird natürlich die genetische Beziehung zwischen irgend welchem Organ und dem primären Keimblatte nicht aufgehoben; sie ist nur durch die Einschaltung einer oder mehrerer Zwischenstufen weiter ab verlegt: wenn die Blätter die primären Organe sind, so entstehen direkt aus ihnen sekundäre Organe, aus den sekundären tertiäre, aus den tertiären quaternäre etc. Nie aber ist eine dieser Zwischenstufen von einem in-

differenten Keimblatt repräsentiert, sondern immer von einem in spezifischer Ausbildung thätigen Gewebe oder Organ. So entsteht der bleibende Peritonealüberzug des Darmes bei *Lopadorhynchus* nicht direkt vom Ektoderm, noch weniger aber von einem anderen Keimblatt, sondern aus der Umbildung eines Teils einer ganz spezifischen Gewebsanlage, der Muskelplatte. Das Peritonealepithel besteht aus umgewandelten Muskelzellen, und da die Muskelplatten direkt vom Ektoderm herkommen, sind sie in der eben aufgestellten Reihenfolge sekundäre, die Peritonealhäute aber tertiäre Ektodermabkömmlinge. Das Stomodäum ist ein sekundärer Körperteil, da es vom primären Ektoderm gebildet wird, es erzeugt als tertiäres Organ den bleibenden Schlund, und aus diesem entwickeln sich bei *Lopadorhynchus* die quaternären Schlunddrüsen; zwischen der ersten Anlage derselben und dem primären Organ, dem äußeren Keimblatt, finden sich also zwei aufeinander folgende besondere Organe, das Stomodäum und der Annelidenschlund, eingeschaltet.«

Was also früher bei den Anneliden Mesoderm genannt wurde, sind hier die Muskelplatten, und das bleibende Peritonealepithel des Darmes[1] entsteht aus demselben und zwar nicht nach dem besonders bei Oligochäten so schön zu beobachtenden Modus: durch typische Spaltung der Ursegmente, sondern durch Auswandern einzelner Zellen aus den Muskelplatten, welche Zellen sich nachher dem Darm anlegen und als umgebildete Muskelzellen anzusehen sind (Gefäße und Segmentalorgane sind bei *Lopadorhynchus* nicht gefunden worden und deren Entstehung wurde auch nicht bei anderen Formen von Kleinenberg verfolgt). Die Muskelplatten entstehen ganz und gar aus dem Ektoderm (vergl. weiter unten), und deshalb ist es ganz verwerflich und willkürlich, dieselben (als Mesoderm) mit den entodermalen Urdarmdivertikeln bei *Sagitta*, *Amphioxus* u. s. w. in eine Kategorie zu setzen[2]. In Übereinstimmung mit dem Entstehen des Peritonealepithels bei *Lopadorhynchus* ist hier keine morphologische Verschiedenheit zwischen primärer und sekundärer Leibeshöhle vorhanden.

Nach mehrmaligem Nachlesen und Nachdenken muß ich mich dem Gedankengang Kleinenberg's vollkommen anschließen und glaube, daß seine Betrachtungen über das mittlere Keimblatt das gediegenste sind, was bis jetzt über dieses vielbesprochene Thema geschrieben wurde. Indessen es wird schwierig sein, einen so eingewurzelten Glaubensartikel aus der Welt zu schaffen, und besonders in der Wirbeltierembryologie wird in einiger Zeit der alte Kampf zwischen den medizinischen und den eigentlichen Zoologen wieder hoch aufflammen.

Wie gesagt entstehen die Muskelplatten bei *Lopadorhynchus* und bei anderen Polychäten als einfache, bilaterale Wucherungen des Ektoderms nahe am Hinterende. Bei vielen anderen Anneliden sondern sich die erwähnten zwei großen Zellen frühzeitig und liefern einen wesentlichen Beitrag zu den Muskelplatten, indem sie sich schnell teilen und

[1] Bei der jüngsten Larve von *Lopadorhynchus* ist ein vergängliches Peritonealepithel unbekannter Herkunft vorhanden, das später durch das bleibende ersetzt wird.

[2] Dies wurde schon in meiner Arbeit über *Aulastoma* ausführlich nachgewiesen.

kleinere Zellen in der Richtung nach vorn produzieren. Jene Zellen (die gewöhnlich als »Urzellen« oder »Polzellen des Mesoderms« bezeichnet wurden) wurden von den meisten Verfassern, so von Kowalevsky, Hatschek, Hertwig aus dem ursprünglichen Entoderm abgeleitet, wohl wesentlich wegen ihrer bedeutenden Größe und ihres Gehalts an Nahrungsdotter. Nachdem indessen nachgewiesen worden ist, daß bei anderen Anneliden das »Mesoderm« ausschließlich auf Kosten des Ektoderms hervorgeht, kann vernünftigerweise nur davon die Rede sein, die »Urmesodermzellen« aus dem Ektoderm abzuleiten, trotz ihrer habituellen Ähnlichkeit mit den Entodermzellen. Thut man dies nicht, so wird konsequenterweise die Homologie der Muskelplatten bei Anneliden mit und ohne »Urmesodermzellen« aufgehoben; noch dazu hat Kleinenberg schon vor Jahren nachgewiesen, daß bei *Lumbricus*, wo jene Zellen vorhanden sind, auch das Ektoderm durch Wucherungen in die Tiefe an der Bildung der Muskelplatten teil nimmt. Die »Urmesodermzellen« sind frühzeitige Differenzierungen des Ektoderms und stellen partielle oder totale Anlagen der Muskelplatten und der von diesen abstammenden Gebilde dar.

Noch viel bedeutender sind die frühzeitigen Differenzierungen des Ektoderms bei den Blutegeln. Das Furchungsstadium mit vier größeren und vier kleineren Zellen existiert auch hier; allein die Bedeutung der vier größeren Zellen ist nicht ganz dieselbe wie bei anderen Anneliden. Bei *Clepsine* werden drei derselben nach und nach von den übrigen Anlagen des Eies umwachsen; es treten in ihnen zahlreiche Kerne auf und allmählich bilden sich nach Whitman Tochterzellen jener zu den Epithelzellen des Mitteldarms um; die genannten drei Zellen stellen also die Anlage des Entoderms dar. Bei den Kieferegeln spalten sich dagegen frühzeitig kleinere Zellen von jenen ab und kommen zwischen sie und die vier kleinen (ektodermalen) Furchungskugeln am animalen Pol ganz im Innern des Embryo zu liegen; diese abgespaltenen Zellen stellen hier das Entoderm dar, während die restierenden drei großen Zellen nachher in der primitiven Leibeshöhle resorbiert werden. Sowohl bei *Clepsine* wie bei den Kieferegeln erleidet die vierte größere Furchungskugel ein sehr bemerkenswertes Schicksal. Sie teilt sich und ihre Tochterzellen teilen sich auch, so daß schließlich zehn größere Zellen gebildet werden, die in bilateral-symmetrischer Anordnung am Hinterende des Embryo liegen; dieselben fangen nun an, Zellen in der Richtung nach vorn zu produzieren, so daß jederseits fünf Längsreihen von Zellen entstehen, und diese sind die Anlagen sämtlicher Gebilde des Rumpfes mit Ausnahme des Mitteldarmepithels; sie sind, wie ich mich früher ausdrückte, die Anlagen sämtlicher ektodermaler und mesodermaler Teile des Rumpfes, oder wie es jetzt einfach heißen kann: sämtlicher ektodermaler Teile des Rumpfes (weil alle zum Mesoderm gerechneten Teile bei Blutegeln wie bei den anderen Anneliden ektodermaler Herkunft sind[1]. Die kleinen

[1] Es sei hier beiläufig erwähnt, daß P. B. Sarasin in seiner Arbeit über *Bithynia tentaculata* (Arbeiten a. d. zoolog.-zootom. Inst. Würzburg. Bd. VI. 1882) darauf aufmerksam gemacht hat, daß bei genannter Tierform das „Mesoderm" wäh-

Zellen am animalen Pol stellen bei den Blutegeln wesentlich die Anlage des Kopfes dar; bei den Kieferegeln kompliziert sich aber die Sache, indem einige dieser Zellen sich stark vermehren und um die übrigen Teile des Eies herumwachsen und schließlich eine primitive Epidermis bilden, die später abgeworfen wird (außerdem entsteht noch bei den Larven der Kieferegeln eine provisorische Muskulatur, die mit der Larvenepidermis schwindet). Es gibt übrigens auch sonst Anneliden, die fast ihre ganze Larvenepidermis bei der Metamorphose abwerfen, so büßt die Larve einer *Polygordius*-Art ihre ganze Haut mit Ausnahme derjenigen der Scheitelplatte ein. Bei den meisten (wie bei *Lopadorhynchus*) wird jedoch die Larvenepidermis in die definitive Epidermis umgebildet.

In meiner Arbeit über *Aulastoma* habe ich versucht, eine wesentliche Übereinstimmung in der Entwickelung der Nemertinen und der Anneliden klarzulegen, indem ich mich für die Nemertinen auf die Darstellungen Metschnikoff's und Barrois' über die Bildung der Kopf- und Rumpfanlagen stützte; für die Polychäten wurde auf eine ältere Mitteilung von Kleinenberg hingewiesen, nach welcher nicht nur das Nervensystem, sondern auch das »Mesoderm« des Kopfes getrennt von demjenigen des Rumpfes angelegt werden sollte. Der genannte Versuch war indessen wohl verfehlt. Neuere Untersuchungen über die Bildung des »Mesoderms« bei Nemertinen von Hubrecht [1] haben die älteren Angaben Bütschli's bestätigt, wonach kein ursprünglicher Gegensatz zwischen Kopf- und Rumpfmesoderm vorhanden ist. Und auch Kleinenberg hat in seiner letzten Arbeit seine frühere Ansicht, daß die Muskulatur des Kopfes bei *Lopadorhynchus* im Kopfe selbst entstehe, zurückgenommen; nach seinen neueren Ergebnissen wächst sie vom Rumpf her in den Kopf hinein. Somit scheint es ein für die Blutegel eigentümlicher Entwickelungsmodus zu sein, daß das »Kopfmesoderm« aus den Kopfkeimen entsteht.

II.

Die Entstehung des Nervensystems, der Sinnesorgane und der Muskulatur.

Die Ansichten über die Bildung des Zentralnervensystems der Anneliden gehen sehr auseinander; doch macht sich in den letzten Jahren eine Anschauung immer stärker geltend, und es wird kaum noch lange Zeit dauern, bis diese auf ein ziemlich reiches Beobachtungsmaterial gegründete Ansicht die übrigen vollkommen verdrängt hat. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit des Gegenstandes mag jedoch ein kurzer Überblick über die wesentlichsten früheren Ansichten am Platze sein.

Kowalevsky wies (1871) zuerst die ektodermale Entstehung des

rend des ganzen Embryonallebens als gesondertes Keimblatt nicht existiert, daß im Gegenteil an jedem beliebigen Ort „Mesodermzellen" vom Ektoderm abgespalten werden. Auch bei Mollusken hat man gewiß den sogenannten Urmesodermzellen einen übertriebenen Wert beigelegt. In vielen Fällen kommen sie zweifellos vor, indessen stellen sie kaum die gesamte Mesodermanlage vor und fehlen sicherlich bei vielen Formen. Auch bei Mollusken stammen wahrscheinlich alle zum Mesoderm gerechneten Teile vom Ektoderm her.

[1] Hubrecht, Contributions to the Embryology of the Nemertea. Quart. journ. of micr. sc. Vol. XXVI. 1886.

Nervensystems bei *Lumbricus* und *Euaxes* nach; er zeigte, wie sich die Bauchkette aus zwei seitlichen im Ektoderm gelegenen Zellsträngen aufbaut, die sich miteinander vereinigen und ins Mesoderm übertreten. Über die Entstehung des oberen Schlundganglions hat er keine Beobachtungen mitgeteilt.

Semper's Untersuchungen über die Knospung der Naiden (1876) stellten die Sache viel ausführlicher und etwas abweichend dar. Die Entstehung des Nervensystems kann nach Semper bei verschiedenen Formen in verschiedener Hinsicht modifiziert sein; das typische sei aber folgendes. Der mediane Teil der Bauchkette bildet sich aus einer zusammenhängenden ventralen Verdickung des Ektoderms; mit dieser verbinden sich aber segmentweise mesodermale Anlagen, die zu den Seitenteilen der Ganglien werden. Doch gibt Semper in einer Anmerkung die Möglichkeit zu, daß die angeblich mesodermalen Anlagen in letzter Instanz von der Neuralplatte, also vom Ektoderm hergekommen seien und sich also erst sekundär im Mesoderm zeigen; jedenfalls wären nach Semper die mediane Anlage dem Rückenmark, die Seitenteile den Spinalganglien der Wirbeltiere zu vergleichen. Auch das obere Schlundganglion entsteht aus einer doppelten Quelle: erstens aus paarigen seitlichen Ektodermwucherungen im Kopf (»Sinnesplatten«), zweitens aus den mesodermalen Kopfkeimstreifen, die über dem Darm verwachsen und sich mit jenen verbinden.

Hatschek's Angaben weichen wiederum in wichtigen Punkten von denen Semper's ab. Bei Regenwürmern fand Hatschek (1876) die Verhältnisse folgendermaßen: es bildet sich ursprünglich vor dem Munde eine quergestellte Ektodermverdickung, die »Scheitelplatte«; von derselben wachsen seitliche Verlängerungen (»Seitenstränge«) zu den Seiten des Mundes nach hinten. Diese stellen die Anlagen des Schlundrings und der seitlichen Teile des Bauchmarks dar; der mittlere Teil des letzteren entsteht dagegen aus einer medianen Längseinstülpung des Ektoderms, einer Neuralrinne, die dem Medullarrohre der Wirbeltiere homologisiert wird. Diese Entwickelungsweise des Nervensystems wurde von Hatschek sofort als allgemein gültiges Schema für die Gliederwürmer aufgestellt, trotzdem der Verfasser bei *Polygordius* ganz andere Verhältnisse vorfand. Hier entsteht die Bauchkette, wenigstens nach seinen älteren Beobachtungen (1878), ganz unabhängig von der Scheitelplatte, und der Schlundring wird erst später hergestellt durch Vereinigung der anfangs getrennten Anlagen. Später (1885) hat freilich Hatschek die Sache so dargestellt, daß zwei peripherische, von der Scheitelplatte ausgehende Nervenfasern mit eingeschobenen Ganglienzellen die erste Anlage der Schlundkommissur darstellen, die also früher als die Bauchkette vorhanden sei; ähnliches hatte er auch schon früher (1880) für *Echiurus* angegeben. Jedoch ist der genannte Nerv mit seinen Zellen von einer Ektodermwucherung sehr verschieden; trotz der neueren Modifikation seiner Darstellung zeigt sich doch deutlich, daß Gehirn und Bauchkette getrennten Ursprungs sind. Den in Hatschek's Darstellungen enthaltenen Widersprüchen hat Kleinenberg in seinem letzten Buch eine ausführliche und vortreffliche Kritik gewidmet.

In der Arbeit Kleinenberg's über *Lumbricus* (1878) wird die Entwickelung des Nervensystems in folgender Weise dargestellt. Die Bauchkette entsteht aus zwei längslaufenden Verdickungen des Ektoderms an der Ventralseite, ohne irgendwelche Beteiligung der medianen flimmernden Rinne; ganz getrennt von jenen Bauchmarkanlagen bildet sich das obere Schlundganglion als eine unpaare bogenförmige Ektodermverdickung an der Dorsalseite der Kopfregion. Diese Anlage wächst später nach den Seiten aus und verbindet sich schließlich mit dem Bauchmark, bildet somit die Schlundkommissur. — Wenige Jahre nachher (1881) machte Kleinenberg die wichtige Entdeckung des Larvennervensystems der Polychäten, besonders des Ringnerven innerhalb des präoralen Wimperkranzes (des Prototrochs, wie er ihn jetzt nennt); unten wird dies näher besprochen werden. Der Ringnerv wurde später (1885) von Hatschek für *Polygordius* und *Eupomatus* bestätigt.

Das getrennte Entstehen des Bauchmarks und des oberen Schlundganglions wurde dann von verschiedener Seite bestätigt, so besonders von Goette (1882) und von Salensky (1883—1884) für verschiedene Polychäten, ohne daß es jedoch diesen Forschern gelang, tiefer in das Wesen der Sache einzudringen. Bei *Branchiobdella* (1885) wollte Salensky ein deutliches Medullarrohr als Anlage des Bauchmarks erkennen.

Auch ich beobachtete bei Kieferegeln in Übereinstimmung namentlich mit Leuckart's älteren Angaben die völlig getrennten Anlagen des oberen Schlundganglions und des Bauchmarks. Während indessen dieselben bei den meisten anderen Anneliden ursprünglich in der primitiven Epidermis gelagert sind, ist das Verhalten bei den Kieferegeln insofern modifiziert, als sich ja hier ein Teil der ektodermalen Elemente des Embryo wie oben erwähnt als provisorische, vergängliche Epidermis ausgebildet hat. Mit dieser Larvenepidermis hat das Nervensystem des Blutegels nichts zu thun; es entstehen vielmehr sowohl die Bauchganglienkette wie das obere Schlundganglion aus den definitiven ektodermalen Elementen, die teils in den Rumpfkeimen, teils in den Kopfkeimen enthalten sind. Diese Bemerkungen finden sich in meinen Arbeiten über die Metamorphose der Blutegel (1884, 1885); sie haben den Charakter von vorläufigen Mitteilungen und lauten demgemäß sehr kurz und bestimmt. Wenn daher Kleinenberg in seinem letzten Buch eine nähere Aufklärung darüber bei mir vermißt, so liegt dies darin, daß es »keineswegs die Absicht war, eine spezielle Darlegung der Entwickelung der einzelnen Organe zu geben, sondern nur die ganz allgemeinen Vorgänge bei der Ausbildung des definitiven Körpers innerhalb der Larve festzustellen«. Wenn aber Kleinenberg die Richtigkeit meiner Darstellung bezweifelt, so hätte er jedenfalls besser gethan, seinen Zweifel zu begründen, als ihn schlechthin als subjektives Erzeugnis hinzustellen. So viel mag hier nur bemerkt werden: die Rumpfkeime entstehen allein aus den fünf großen »Scheitelzellen« jederseits, das geht aufs deutlichste hervor teils aus der gesetzmäßigen ursprünglichen Anordnung derselben als fünf Zellreihen jederseits, teils aus dem Umstand, daß an keinem Zeitpunkt Wucherungen der provisorischen Epidermis nach innen stattfinden. Meine Darstellung der Entstehung des bleibenden Nervensystems halte ich nach

neueren und genaueren Untersuchungen vollkommen aufrecht, kann aber hier nicht näher auf dieselben eingehen, weil die etwas komplizierten Verhältnisse ohne Abbildungen — die zum Teil schon fertig in meiner Schublade liegen — schwer verständlich sein würden. In nicht zu ferner Zukunft hoffe ich aber hierauf zurückzukommen.

Kleinenberg's eigene Darstellung der Entwickelungsvorgänge des Nervensystems bei verschiedenen Polychäten, besonders bei *Lopadorhynchus*, ist zweifellos die sorgfältigste und detaillierteste Schilderung, die wir bis jetzt hierüber besitzen; die Beobachtungen sind mit der größten Umsicht ausgeführt und in klarer Weise dargelegt. Es muß (wie bei den Kieferegeln) scharf zwischen dem Nervensystem der Larve und dem definitiven Nervensystem des Annelids unterschieden werden. Das nervöse Zentralorgan der Larve ist der innerhalb des Prototrochs liegende starke Ringnerv; derselbe ist zwischen dem mittleren und dem unteren[1] der drei Zellreifen gelagert, aus denen sich der Wimperapparat des Prototrochs zusammensetzt. Dieser Ringnerv besteht aus feinsten Nervenfäserchen und steht teils mit einem unmittelbar unter (hinter) ihm gelegenen Ring von Nervenzellen, teils mit einem Apparat von Ganglienzellen in der »Umbrella« in Verbindung. In jedem dieser Systeme finden sich zwei Arten von Ganglienzellen: hellere, unipolare Zellen (»automatische Zellen«) und dunklere, multipolare (»Reflexzellen«); die beiden Zellformationen kommen bei der jüngsten Larve in fast genau bestimmter Zahl und Anordnung vor. Die Larve von *Lopadorhynchus* besitzt in allen Entwickelungsstadien nur jenen einzigen Wimperkranz, den Prototroch; es ist aber sehr beachtenswert, daß Kleinenberg bei mehreren anderen Annelidenlarven die postoralen Wimperkränze (»Paratroche«) mit Bezug auf die Existenz eines selbständigen Nervensystems untersuchte: in allen Fällen fehlte ein solches vollständig, selbst bei den mesotrochen Larven der Chätopteriden, wo bekanntlich beim Fehlen des Prototrochs die Paratroche so außerordentlich stark ausgebildet sind. Am Prototroch wurde dagegen der Ringnerv niemals vermißt, ausgenommen bei den in der Gallerte von Rippenquallen schmarotzenden Larven der Alciopiden, bei denen auch der Wimperapparat des Prototrochs wegen ihres Parasitismus in hohem Grade rückgebildet ist. Es ist indessen möglich, daß solche Paratroche, die dicht hinter dem Munde liegen und durch eine Teilung des ursprünglichen Prototrochs in einen oberen und einen unteren Abschnitt entstanden sind — daß solche Paratroche auch einen Ringnerv besitzen. Solche wurden von Kleinenberg nicht untersucht; in seiner neueren Arbeit über *Polygordius* (1885) hat aber Hatschek einen derartigen postoralen Ringnerven angegeben.

Während nun die erwähnten nervösen Apparate der jüngsten Larve sich eine Zeitlang weiter entwickeln und durch Bildung neuer Nerven-

[1] Die beiden Hauptabschnitte des Körpers einer solchen Annelidenlarve, die durch den Prototroch geschieden sind, nennt Kleinenberg Umbrella resp. Subumbrella, indem er sie mit den so bezeichneten Körperregionen der craspedoten Medusen homologisiert; dabei wird der Ringnerv des Prototrochs mit dem Medusennervensystem identifiziert. Nach dieser Orientierung wird die gewöhnlich als vordere bezeichnete Körperpartie = obere, die hintere = untere Region.

zellen verstärkt werden, fängt auch die Bildung des definitiven Zentralnervensystems des Annelids an. Das obere Schlundganglion baut sich durch Vereinigung mehrerer Anlagen auf, die aus sehr verschiedenen Quellen herstammen. Zunächst bildet sich in der Nähe des Scheitelpols ein provisorisches Sinnesorgan, das sog. Scheitelorgan: eine Grube, die teils von Wimperzellen, teils von Sinneszellen ausgekleidet ist; oberhalb und zu den Seiten derselben findet Bildung von Nervenzellen statt, die aus gewöhnlichen Ektodermzellen hervorgehen. Das Scheitelorgan liegt anfangs median, wird aber später nach rechts verschoben. In der Nähe desselben entstehen zwei symmetrische Ektodermwucherungen, die sog. Scheitelantennen (sie werden von Kleinenberg als rudimentäre Antennenanlagen [1] gedeutet); die Zellen dieser Anlagen sind anfangs hoch, stehen dicht aneinander und haben den Charakter von indifferenten Sinneszellen. Etwas weiter nach hinten bilden sich in den sog. Sinnesplatten das vordere und hintere bleibende Antennenpaar sowie die Geruchsorgane. Die beiden bleibenden Antennenpaare sind anfangs nur als Wucherungen im Ektoderm zu erkennen, die an der Oberfläche gar nicht hervorragen; erst an einem recht späten Zeitpunkt wachsen sie als Protuberanzen hervor. Die Geruchsorgane sind grubenförmige Einsenkungen des unteren Teils der Sinnesplatten, ihre Zellen wimpern und sie erhalten eine eigene Muskulatur, durch die sie aus- und eingestülpt werden können. In der Nähe derselben bilden sich einige Ektodermzellen unmittelbar zu Ganglienzellen um. Die Wucherungen, die alle die genannten Gebilde darstellen, sind überall einschichtig, trotzdem die Kerne in sehr verschiedener Höhe liegen; die Zellen der Sinnesplatten sind geradezu haarfein und schwellen nur um die Kerne an. Alle die genannten Gebilde liefern nun ihren Beitrag zur Bildung des oberen Schlundganglions: teils gehen in diesen solche Ganglienzellen ein, die sich unmittelbar aus einfachen Ektodermzellen gebildet haben, wie in der Nähe des Scheitelorgans und der Geruchsorgane. Das Scheitelorgan selbst geht ganz zu Grunde, indem seine Zellen einfach absterben. Die Geruchsorgane dagegen persistieren und die in ihrer Nähe ausgebildeten Nervenzellen gehen teils (proximal) im Gehirn auf, teils (distal) bilden sie die Geruchsganglien. Auch die Antennenanlagen geben einen sehr wichtigen Beitrag zur Bildung des Gehirns: von den vergänglichen Scheitelantennen (die niemals zu wirklichen Sinnesorganen auswachsen) sowie von den Anlagen der beiden bleibenden Antennenpaare zieht sich ein Teil der Sinneszellen schließlich von der Oberfläche zurück, und diese Zellen bilden sich zu Nervenzellen um; nur die Zellen, die an der Oberfläche bleiben, persistieren als Sinneszellen an den bleibenden Antennen. Durch Vereinigung von Zellen aus allen diesen Anlagen entsteht also das Gehirn, und zwar liefern die Scheitelantennen die Hauptmasse der vorderen, die beiden bleibenden Antennenpaare die Hauptmasse der hinteren Hirnlappen. Viele der gebildeten Ganglienzellen

[1] Ebensolche rudimentäre Anlagen bilden sich auch an der Rückenseite der Umbrella und werden von Kleinenberg in entsprechender Weise gedeutet („Rückenantennen"). Sie nehmen keinen Anteil an der Bildung des Gehirns und werden bei der Umbildung der Epidermis verwischt.

geben schon frühzeitig Nervenfasern nach hinten ab; indem sich viele dieser aneinanderschmiegen, wird jederseits ein starker Nerv gebildet, der nach dem Prototroch hin verläuft und in den Ringnerven eintritt. Erst nachher bildet sich (aus medianwärts gerichteten Ausläufern der Zellen) die Hirnkommissur; nach abwärts geht diese in die Verbindungsstränge zum Prototrochnerven über. Sehr spät rückt das Gehirn in die Leibeshöhle hinein.

Bei *Phyllodoce* entsteht das Gehirn in ganz ähnlicher Weise; bei den Alciopidenlarven wird das Gehirn teilweise schon lange vor dem Entstehen der bleibenden Sinnesorgane des Kopfes (aus welchen Quellen?) gebildet; wenn aber diese angelegt werden, dann geben sie und zwar sowohl Antennen- wie Augenanlagen (vergl. unten) ansehnliche Beiträge zum Gehirn, indem sie nach innen wuchern[1].

Der kapitale Punkt der obigen Darstellung ist der, daß das Gehirn der Polychäten nicht als eine oder zwei einfache Ektodermwucherungen entsteht, sondern sich nur im Anschluß an die Sinnesorgane des Kopfes ausbildet. Die Nervenzellen des oberen Schlundganglions waren ursprünglich entweder Ganglienzellen im selbständigen Zentralapparat ausgebildeter Sinnesorgane (des Scheitelorgans, der Geruchsorgane) oder sie standen anfangs an der Oberfläche als Sinneszellen (wie in den Antennen) und wurden erst später in die Tiefe geschoben. Die Verbindung des Gehirns mit den Sinnesorganen des Kopfes ist somit keine sekundär eingetretene, sie ist so primärer Art wie nur möglich, indem sich das Gehirn eben nur im Zusammenhang mit den Sinnesorganen anlegt.

Während nun nach und nach das Gehirn sich funktionell ausbildet, werden allmählich die ursprünglichen nervösen Anlagen in der Umbrella der Larve reduziert, und es läßt sich das Absterben und Verschwinden der primären Nervenzellen verfolgen. Einige der (sehr großen) Nervenzellen der Larve scheinen jedoch nur an Volum abzunehmen und schließlich in das Gehirn einzugehen.

Bei den jüngsten Larven fehlen Nervenzellen in der Subumbrella gänzlich; die Bauchplatten sind schon als einschichtige Ektodermwucherungen angelegt. Während der weiteren Entwickelung der Larve treten nun zunächst zwei Nervenzellen zu den Seiten der Bauchplatten kurz vor dem After auf, und mit dem Auftreten derselben scheint das Signal zur Bildung des Sinnesnervenmuskelsystems des Rumpfteiles des Annelids gegeben. Fast gleichzeitig erscheinen an der Oberfläche der Bauchplatten kleine, isolierte Büschelchen von Sinneshärchen, durch kurze Abstände von einander entfernt. Kurz vor den erwähnten zwei Nervenzellen findet sich der eigentliche Wucherungsherd im Ektoderm, noch ein bischen weiter nach vorn spaltet sich jede Bauchplatte in zwei Blätter, ein äußeres und ein inneres, die in spitzem Winkel nach vorn auseinanderweichen. »Das innere Blatt wird zwischen Ektoderm und Entoderm eingeschoben und dehnt sich gegen das Stomodäum hin aus, das äußere

[1] Mit Unrecht hat man nach Kleinenberg früher öfters die Zellen des vorderen Wimperschopfes als einzige Anlage des Gehirns beschrieben (Hatschek, Salensky, Götte).

Blatt bleibt im Ektoderm liegen; hinten vereinigen sich beide Blätter in eine gemeinsame, dem Ektoderm angehörige Masse, oder mit anderen Worten hier bleibt die Bauchplatte ungespalten.« Aus dem inneren Fortsatz der Bauchplatte entsteht wesentlich kontraktiles Gewebe, sie wird deshalb Muskelplatte genannt; die äußere wird als Neuralplatte bezeichnet und erzeugt den Bauchstrang, Sinnesorgane und Borstensäcke. Ähnliche Entwickelungsvorgänge wurden auch an anderen Annelidenlarven sowie am wachsenden Hinterende erwachsener Lopadorhynchen gefunden.

Von der Stelle an, wo die Bauchplatten sich spalten, und weiter nach vorn bilden sich rechts und links von der Mittellinie zwischen den Bauchplatten zwei Reihen von Ganglienzellen, die Fasern in die Bauchplatten senden, und nun finden auch die ersten Differenzierungen in den Neuralplatten statt: es entsteht segmentweise etwa in der Mittellinie jeder Neuralplatte eine Reihe von Einwucherungen, die sich in die Muskelplatten hinein erstrecken: die Anlagen der Borstensäcke; bei anderen Anneliden (Chätopteriden) sind dieselben nicht solide Einwucherungen, sondern hohle Einstülpungen der Neuralplatten. In beiden Fällen entstehen also die Borstensäcke nicht, wie es sonst die gewöhnliche Annahme war, aus den Mesodermstreifen oder Muskelplatten, sondern direkt aus den oberflächlichen Ektodermschichten. Durch die Borstensackanlagen wird jede Neuralplatte segmentweise in eine innere und eine äußere Partie geschieden, die jedoch intersegmental in eine indifferente Verbindungszone übergehen. In jeder der segmentweise geschiedenen Partien macht sich jetzt eine Wucherung kenntlich, ähnlich den Anlagen der Antennen in den Sinnesplatten: es sind die Anlagen der Rücken- und Bauchcirren, die erst auf einer viel späteren Entwickelungsstufe als Protuberanzen hervorwachsen[1]. Nur die innerhalb der Borstensackanlagen gelegenen Zellmassen der Neuralplatten bilden (nebst den Bauchcirren) die Bauchkette. — Die Neuralplatten bleiben noch sehr lange einschichtig, indem ihre Zellen einen ähnlichen Charakter haben, wie oben für die Sinnesplatten erwähnt wurde. Nach und nach werden nun die medianwärts liegenden Zellen der Neuralplatte immer mehr gegen die Mittellinie hin verschoben, und sie senden dann teils medianwärts, teils nach vorn und hinten Fasern aus, die die Anfänge der Kommissuren resp. der Konnektive darstellen. Die in diesen vorhandenen Nervenfasern sind somit ursprünglich als Fortsätze von Sinneszellen entstanden, die noch an der Oberfläche lagen. Anfänglich liegt demgemäß die Punktsubstanz ganz nach innen; wenn aber die Anlage der Bauchkette allmählich in die Tiefe rückt, findet eine Umlagerung statt, so daß die Punktsubstanz später mehr nach außen liegt, während die meisten Zellen sich nach innen verschieben, ferner werden nach und nach die Zellen aus den Regionen der Konnektive gegen die Ganglienanlagen hin

[1] Die Parapodien erscheinen erst später als kleine Knoten zwischen Rücken- und Bauchcirren; anfangs sehr unbedeutend im Verhältnis zu diesen, wachsen sie nach und nach stark an, so daß schließlich die Cirren nur Anhänge derselben darstellen.

verschoben. Die Konnektive lösen sich vollständig vom Ektoderm, während dagegen die Ganglien auch beim erwachsenen *Lopadorhynchus* in der Mittellinie der Epidermis anliegen.

Es entstehen noch einige provisorische Nervenapparate. Erstens wachsen zwei Nerven aus dem Prototroch nach hinten; sie verlaufen am Rücken und anastomosieren wahrscheinlich mit den erwähnten zwei Nervenzellen vor dem After. Dann bilden sich die sog. »subtrochalen Neuromuskelanlagen« aus: provisorische Anlagen für Muskel- und Nervenzellen dicht unter dem Prototroch; die Nervenzellen senden ihre Ausläufer in den Ringnerven. Die Fortsätze der Hirnkommissur durchbrechen nun den Prototroch und setzen sich als Seitennerven in der Subumbrella fort, sie stehen wahrscheinlich mit den erwähnten zwei Reihen von Nervenzellen zwischen den Bauchplatten in Verbindung. Die hintere Abteilung dieser Seitennerven verschwindet später gänzlich; ihr oberer kürzerer Abschnitt wird dagegen zu einem Teil der Schlundkommissur. Die Bauchplatten wachsen nach vorn und senden jederseits einen Ausläufer an den Prototroch heran, gerade da, wo auch die Fortsätze der Hirnkommissur und der subtrochalen Anlagen einmünden. Sowohl der Ringnerv wie die provisorischen Nervenzellen der Subumbrella gehen zu Grunde, bevor noch der Wimperapparat des Prototrochs geschwunden ist; die Fortsätze der Hirnkommissur und der Bauchplatten bleiben aber jetzt innig verbunden als Schlundkommissur bestehen. Die primitiven Sinnesorgane der Bauchplatten verschwinden nachträglich [1].

Aus obiger Darstellung ergibt sich, daß die Bauchkette im Anschluß an Sinnesorgane und Bewegungsorgane entsteht, gerade wie das obere Schlundganglion aus primitiven Sinnesorganen aufgebaut wurde. Und die beiden bleibenden Zentralorgane des Annelids, Gehirn und Bauchkette, legen sich vollkommen unabhängig von einander an und verbinden sich zunächst nur mittelbar durch den Prototrochnerven. Die Schlundkommissur ist also eine spät entstehende Bildung.

Nach Kleinenberg würden die erwähnten Vorgänge in folgender Weise aufzufassen sein: die Annelidenlarve ist als eine craspedote Meduse zu betrachten und der Prototrochnerv ist dem Ringnerven der Medusen homolog. Dann entsteht aus der medusenartigen Larve nach und nach ein ganz anderer Organismus: das Annelid, und dabei wird auch das Cölenteratennervensystem von dem Annelidennervensystem verdrängt und ersetzt (substituiert). »Bevor es der Zerstörung verfällt, hat es bereits die Aufgabe des Vermittelungsorgans erfüllt, durch das die Herstellung des Substitutionsorgans möglich ist.« Die ontogenetische Entwickelung des Nervensystems der Polychäten würde somit ein sehr getreues Abbild der phylogenetischen Vorgänge darstellen. — Die Lehre Kleinenberg's

[1] Als untergeordnete Teile des Nervensystems sind die Parapodialganglien und das Darmnervensystem zu nennen. Letzteres ist auf den ektodermalen Schlund beschränkt und entsteht durch eine Abspaltung des unteren Schlundganglions; die ersteren gehen aus Ektodermwucherungen am ventralen Rand der Parapodien hervor; sie treten sehr frühzeitig mit den Ganglien der Bauchkette durch Nervenfasern in Verbindung.

von der Entwickelung durch Substitution von Organen, wie er sie schon vor Jahren entwickelt hat, ist im allgemeinen sicherlich richtig; ob die Thatsachen schon ausreichen, um die Homologie des Prototrochnerven mit dem Ringnerven der Medusen genügend zu begründen, mag dahingestellt sein.

Bei den Oligochäten sowie bei Hirudineen mit direkter Entwickelung (*Clepsine*) sind die Vorgänge viel einfacher: hier entstehen die Zentralorgane unmittelbar aus Ektodermwucherungen, nicht im Anschluß an primitive Sinnesorgane und ohne Vermittelung provisorischer Nervenapparate. Bei den ziemlich hoch entwickelten eiweißschluckenden Larven der Kieferegel existiert zwar, wie ich nachgewiesen habe, ein provisorisches Nervensystem in der Form eines Nervenzellenplexus innerhalb der primitiven Epidermis, und es ist wohl möglich, daß dasselbe einem Teil des Larvennervensystems der Polychäten homolog ist; es erscheint indessen nicht zentralisiert und fungiert auch kaum als Vermittelungsorgan für das bleibende Zentralnervensystem.

Den Beiträgen der letzten Jahre verdanken wir auch recht schätzenswerte Aufschlüsse über die Entwickelungsgeschichte einiger höherer Sinnesorgane bei den Polychäten. Vor allem ist hier Kleinenberg's Darstellung der Augenentwickelung bei den Alciopiden zu nennen (bei *Lopadorhynchus* konnte er sie nicht verfolgen, weil die Augen sehr unvollkommen sind und weil das Pigment durch die wichtigsten in Gebrauch kommenden Reagentien gelöst wurde). Bei den Alciopiden entstehen die Augen als solide dorsale Wucherungen des Ektoderms; diese höhlen sich nachträglich aus und stellen Blasen dar, deren äußere Wand ursprünglich im Ektoderm liegt; später schnüren sie sich ganz von der Epidermis ab. In der Höhle jeder Augenblase entsteht die Linse als rundes Konkrement. Die Augenanlagen wachsen gegen das Gehirn hin, und hier wird nun die innere Wand aufgebrochen und ein Teil der Zellen wird in das Gehirn entleert, nachher sondern sich beide Organe wieder schärfer von einander, ausgenommen an einer einzigen Stelle, wo sich die Nervenfasern des Nervus opticus bilden. Die innere Wand der Blase bildet sich als Netzhaut aus, erzeugt Stäbchen und Pigment; die äußere Wand wird nach und nach dünner und besteht schließlich aus einer Schicht ganz flacher Zellen von untergeordneter physiologischer Bedeutung. — Schon bevor die Augenblasen angelegt wurden, hatten sich zwei große Zellen in der Nähe des Gehirns kenntlich gemacht; sie wachsen später ganz kolossal an und werden beim Wachstum der Augenblasen in das Gewebe der Netzhaut aufgenommen; hier angekommen senden sie einen Fortsatz nach der Augenhöhle zu, welche von der Linse keineswegs vollständig ausgefüllt wird, und sie fangen nun an als einzellige Drüsen zu fungieren und den Glaskörper abzusondern. Ähnliche einzellige Glaskörperdrüsen wurden auch bei anderen Polychäten von Kleinenberg nachgewiesen.

Die Entwickelung der Gehörorgane wurde von Hatschek bei einem Röhrenwurm (*Eupomatus*) verfolgt. Dieselben treten dicht hinter (unter) dem Prototroch auf, und jedes besteht aus einer einzigen Ektodermzelle, die sich nach innen verschiebt und durch eine Vakuole aus-

gehöhlt wird. Die Entwickelung dieser Zellen wurde nicht weiter verfolgt; bei einer sehr nahe verwandten Larve wurde aber gefunden, daß in die Vakuole vom Protoplasma der Zelle feine starre Sinneshärchen hineinragen, und in jener wurden auch sehr kleine Konkremente nachgewiesen; das ganze einzellige Gehörbläschen war von einer vollständigen Mesodermschicht umgeben. — Die Entwickelung der ansehnlich großen Gehörbläschen vom Sandwurm, die ein echtes Sinnesepithel besitzen und denen der Mollusken recht ähnlich sind, verdienten auch eine genauere Untersuchung.

Wie das Nervensystem, so ist auch die Muskulatur der Larve nach Kleinenberg von derjenigen des Annelids ganz verschieden. Der wesentlichste Muskel der Larve gehört dem Prototroch an, er ist ein Ringmuskel, der dicht innerhalb des Ringnerven liegt; außerdem existieren bei der Larve Muskelzellen, die vom Ektoderm der Umbrella zum Stomodäum, und solche, die zwischen diesem und dem Entoderm ausgespannt sind[1]. Diese gehen später zu Grunde und werden von der definitiven Muskulatur substituiert. Die letztere bildet sich ausschließlich aus den Muskelplatten; die Gewebe der Umbrella liefern keinen einzigen Beitrag zur Bildung der Annelidenmuskulatur, die Muskeln des Annelidenkopfes bilden sich einfach als Verlängerungen der Rumpfmuskulatur. Nach dem Einwachsen der Borstensackanlagen kann man in jedem Muskelsegmente vier Teile unterscheiden: einen vorderen und einen hinteren (die Hauptmuskeln der Parapodien) und einen medianen und einen lateralen (die ventralen resp. dorsalen Längsmuskeln). Zuerst bilden sich die kontraktilen Fibrillen in dem ventralen Längsmuskel aus, sie stehen hier schon beim ersten Entstehen in leitender Verbindung mit den Neuralplatten. Einige Zellen der Muskelplatte, die sich der Epidermis dicht anschmiegen, bilden die Ringmuskulatur. — Kleinenberg spricht sich gegen das bekannte Semper'sche Schema der Annelidenmuskulatur aus (nach welchem eine neurale und eine kardiale Muskelplatte typisch sei) und sieht den Typus der Längsmuskulatur in zwei paarigen dorsalen und ventralen Muskeln. Er verteidigt dann auch seine Neuromuskellehre energisch gegenüber den Angriffen von O. und R. Hertwig. Aber es würde zu weit führen, hierauf näher einzugehen.

III.

Zur Entwickelung des Darmkanals und der Exkretionsorgane.

Der Darmkanal setzt sich bei den Anneliden wie bei den meisten anderen über den Cölenteraten stehenden Tiergruppen aus drei genetisch verschiedenen Partien zusammen: aus einem ektodermalen Vorderdarm oder Schlund (Stomodäum), einem entodermalen Mitteldarm (Mesenteron) und einem ektodermalen Hinterdarm (Proktodäum). Entweder entsteht die Höhle des Mitteldarms aus dem ursprünglichen Lumen der Gastrula-

[1] Hatschek zufolge entsteht die Larvenmuskulatur bei *Eupomatus* aus den primären Mesodermstreifen. Nach Kleinenberg geht sie aber bei *Lopadorhynchus* wenigstens teilweise aus lokalen Ektodermwucherungen hervor.

einstülpung oder das ursprünglich solide Entoderm höhlt sich erst nachträglich aus. Schlund und Hinterdarm bilden sich als Einstülpungen oder solide Einwucherungen des Ektoderms.

Durch neuere Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß die Bildung des Schlundes keineswegs immer so einfach verläuft, wie es früher gewöhnlich angenommen wurde. Bei Formen, die sich mittels direkter Entwickelung ausbilden, ist zwar der Vorgang sehr einfach: der ursprüngliche embryonale Schlund persistiert als solcher beim erwachsenen; bei vielen Arten aber, die eine Metamorphose durchmachen, wird der Larvenschlund vom definitiven Annelidenschlund verdrängt und substituiert. Zunächst wurde ein solcher Vorgang für eine Anzahl Polychäten von Kleinenberg festgestellt. Bei *Lopadorhynchus* z. B. existiert anfangs bei der Larve ein einfaches Stomodäum, das aus großen, sehr flachen, wimpernden Epithelzellen zusammengesetzt ist. An zwei Punkten dieses Epithels, nahe am oberen Rande, findet bald eine starke Vermehrungsthätigkeit der Zellen statt, so daß der obere Rand des Stomodäums jederseits ein rundliches Zellpolster trägt. Diese letzteren sind anfangs solid, höhlen sich aber später aus und verwachsen in der Mittellinie miteinander, sie stellen die Anlagen des bleibenden Schlundes dar; durch Faltungen desselben entstehen die drei Schlunddrüsen (zwei paarige und eine unpaare). Der neue Schlund umwächst nach und nach den alten, und dieser wird dann resorbiert. Kleinenberg faßt die beiden paarigen Anlagen des neuen Schlundes in phylogenetischem Sinne als Drüsendivertikel des alten auf, welche die Funktion gewechselt und die Rolle des Schlundes selbst übernommen haben, während sie gleichzeitig neue Drüsendivertikel hervorwachsen ließen [1].

Auch bei den Larven der Kieferegel findet mit dem Wechsel der Lebensweise eine Substitution des Schlundes statt. Es bildet sich sehr frühzeitig — wahrscheinlich durch Einstülpung der provisorischen Epidermis — ein kräftiger Larvenschlund von eigenartigem Bau, der die Aufnahme von Eiweiß besorgt; nachdem aber alles im Kokon vorhandene Eiweiß von den Larven aufgenommen ist, bildet sich dieser Schlund zurück und macht dem definitiven Platz. Dieser entsteht bei *Aulastoma* in folgender Weise: die allgemeinen Anlagen, die ich als Kopf- und Rumpfkeime bezeichnet habe — erstere vor, letztere hinter dem Mund liegend — verwachsen miteinander erst seitlich, dann später in der Mittellinie an der Stelle des ursprünglichen Mundes; dieser wird dadurch geschlossen, und es geschieht nun hier eine neue Einstülpung der äußersten Schicht der Kopf- und Rumpfkeime, der Blutegelepidermis; diese stellt die Anlage des neuen Schlundes dar, der schnell anwächst, während das ursprüngliche Stomodäum resorbiert wird. Diese Darstellung wurde von Kleinenberg angezweifelt, jedoch mit Unrecht. Die Sache verhält sich, wie ich sie dargelegt habe: Larvenschlund und Larvenepidermis, Blutegelschlund und Blutegelepidermis sind genetisch zusam-

[1] Salensky hat auch für verschiedene Annelidenformen eingehende Darstellungen der Schlundbildung gegeben, die von den sonstigen Angaben und auch untereinander recht abweichend sind. Kleinenberg meint dieselben wenigstens teilweise auf den oben erwähnten Bildungstypus zurückführen zu können.

mengehörig. Nichtsdestoweniger sind beide sehr richtig »einfache Einstülpungen des Ektoderms« (wie Kleinenberg sagt); denn sowohl Larvenepidermis wie Annelidenepidermis sind dem Ektoderm angehörig. Bei *Nephelis* — nur diese wurde, wie es scheint, von Kleinenberg untersucht — sind aber die Verhältnisse schwieriger erkennbar als bei *Aulastoma*.

In dieser Zeitschrift (1885, Bd. II) habe ich eine ausführliche zusammenfassende Darstellung der Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Exkretionsapparats der Würmer gegeben. Als Nachtrag dazu seien nur die Ergebnisse der neueren Untersuchungen Hatschek's und Vejdovsky's über die Entwickelung der genannten Organe bei Polychäten und Oligochäten erwähnt. Bei *Eupomatus* gelang es Hatschek, die Entwickelung des Larvenexkretionsapparats (der »Kopfniere«) zu verfolgen. Er entsteht aus einigen wenigen Zellen der »primären Mesodermstreifen«; eine langgestreckte Zelle liefert den ganzen kanalartigen Teil des Organs; vorn schließen rundliche Zellen sein Lumen gegen die Leibeshöhle ab. — Vejdovsky machte kürzlich die wichtige Entdeckung von Kopfnieren bei Oligochäten. Er wies sie sowohl bei Embryonen von *Rhynchelmis* wie bei den sich durch Knospung neubildenden Zooiden der Naidenketten nach; bei letzteren sind sie nach Vejdovsky mit den von Semper als Kiemengänge aufgefaßten Schläuchen identisch. Bei den Embryonen von *Rhynchelmis* sind sie innen von Wimperhaaren ausgekleidet, münden neben dem Munde aus und erstrecken sich nach hinten bis ins zweite Segment, wo sie blind endigen. Der Nachweis solcher Organe bei Oligochäten ist sehr willkommen, weil man sie früher nur bei Polychäten und Hirudineen kannte, zwischen denen ja eben die Oligochäten das Verbindungsglied bilden. Dann hat Vejdovsky noch eine eingehende Darstellung der Bildung der definitiven Segmentalorgane bei verschiedenen Oligochäten geliefert. Sie entstehen (wie bei den Blutegeln) vollkommen gesondert von den provisorischen Exkretionsorganen und von einander (entgegen Hatschek's Darstellung für *Criodrilus* und *Polygordius*). Jedes Segmentalorgan entsteht aus einem einheitlichen »mesodermalen« Zellenstrang, durch Differenzierung desselben bilden sich sowohl der Trichter wie der Schlingenteil des Organs; nur die kontraktilen Endblasen entstehen aus Epidermiseinstülpungen. Diese Angaben bestätigen somit in mehrfacher Hinsicht die Beurteilung, die ich in dem citierten Aufsatz mehreren neueren Untersuchungen und Hypothesen zu teil werden ließ.

Kopenhagen, November 1886.

Die wichtigsten Quellen der Annelidenembryologie sind in den folgenden Schriften enthalten:

Rathke, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Hirudineen. 1862. — Leuckart, Die menschlichen Parasiten. Bd. I. 1863 (Hirudo). — Kowalevsky, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. de l'acad. de St. Pétersbourg. Sér. 7. Tom. XVI. 1871. — Semper, Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Tiere. Arbeiten a. d. zoolog.-zootom. Institut Würzburg. Bd. III. 1876. — Hatschek, Beiträge zur Entwickelungsgesch. und Morphologie d. Anneliden. Wiener Sitzungsberichte. Bd. LXXIV. 1876. — Kleinen-

berg, Sullo sviluppo del *Lumbricus trapezoides*. 1878. — Hatschek, Studien über Entwickelungsgesch. d. Anneliden. Arbeiten a. d. zool. Institut Wien. Bd. I. 1878. — Whitman, The Embryology of *Clepsine*. Quart. journ. of micr. sc. Vol. XVIII (N. S.) 1878. — Kleinenberg, Sull' origine del sistema nervoso centrale degli Anelidi. Mem. della R. Accad. dei Lincei. Vol. X. 1881. — Götte, Abhandlungen zur Entwickelungsgesch. der Tiere. I. 1882. — Kennel, Über *Ctenodrilus pardalis*. Arbeiten a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. V. 1882. — Salensky, Études sur le développement des Annélides. Arch. de Biologie. Tom. IV, V, VI. 1883—1885. — Bergh, Über die Metamorphose von *Nephelis*. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XLI. 1884. — Hatschek, Zur Entw. des Kopfes von *Polygordius*. Arbeiten a. d. zool. Inst. Wien. Bd. VI. 1885, und: Entw. der Trochophora von *Eupomatus* ibid. — Vejdovsky, System und Morphol. der Oligochäten. 1885. — Bergh, Die Metamorphose von *Aulastoma gulo*. Arbeiten a. d. zool. Inst. Würzburg. Bd. VII. 1885, sowie: über die Deutung der allg. Anlagen am Ei der Clepsine und der Kieferegel. Zoolog. Anzeiger. 1886. — Whitman, The germinal layers of Clepsine. ibid. — Vejdovsky, Die Embryonalentwickelung von *Rhynchelmis* (*Euaxes*). Sitzungsber. d. k. böhm. Gesellsch. d. Wiss. 1886. — Kleinenberg, Die Entstehung des Annelids aus der Larve von *Lopadorhynchus*. Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. XLIV. 1886. — Die Aufsätze R. v. Drasche's: Beitr. z. Entwickelungsgesch. der Polychäten. I. II. 1883—1885 sind mir nicht zugänglich.

Grundlinien einer allgemeinen Psycho-Physiologie.

Von

A. Herzen (Lausanne).

(Schluß.)

Die Korollarien.

1. Physisches Korollarium.

Da jede Form der Bewegung an die Produktion derjenigen Bewegungsform, welche als Wärme in die Erscheinung tritt, gebunden ist, und da die psychische Thätigkeit eine eigentümliche Form der Bewegung ist, so können wir schon hieraus deduzieren, daß die psychische Thätigkeit von der Hervorrufung einer gewissen Wärmequantität begleitet sein muß. Diese Deduktion wird nun thatsächlich durch das Experiment bestätigt.

Ich möchte die zahlreichen, langen und mühsamen Untersuchungen von Moritz Schiff über diesen Gegenstand, welche trotz ihrer großen Tragweite sonderbarerweise in der wissenschaftlichen Litteratur der letzten Jahre sowohl von seiten der Psychologen als auch der Physiologen vernachlässigt worden sind, hier eingehender besprechen.

In einer sehr ausführlichen Schrift hat Schiff seine Methode auseinandergesetzt, seine Apparate beschrieben und die Resultate zusammen-

gefaßt, die aus seinen Versuchen hervorgehen. Seine Schrift ist jedoch zu vollständig und ausführlich, um eine leichte Lektüre zu sein, und ist daher fast nur dem Spezialisten zugänglich. Die oft vorkommende Aufzählung von zahlreichen Fehlerquellen, die Analyse, die Diskussion und die Widerlegung derselben verleiten ihn häufig zu langen Abschweifungen, in denen die Hauptfrage zuweilen wenig zum Vorschein kommt. Ich will nur den Hauptinhalt dieser Schrift kurz wiedergeben und mich hauptsächlich an die sicheren Resultate halten, welche Schiff gefunden hat; der Umstand, daß ich Augenzeuge der Experimente war, um die es sich handelt, wird hoffentlich den Wert meiner Widergabe bei denjenigen Lesern erhöhen, welche sich den Wunsch versagen, das Original zu lesen, auf welches ich alle diejenigen verweise, welche sich für die sehr komplizierten Apparate, die bei diesen Untersuchungen gebraucht, für die Vorsichtsmaßregeln, die zur Vermeidung aller Fehlerquellen angewendet wurden, und für die Einzelheiten der Versuchsmethode interessieren.

Schiff beginnt mit einer Einleitung von zwei Seiten, in der er das zu lösende Problem aufstellt und die Konsequenzen von dessen Lösung andeutet. Diese zwei Seiten lauten in extenso:[1]

„Als ich vor einigen Jahren eine Revision meines Handbuches der Physiologie vornahm, wurde ich veranlaßt, mir die folgenden Fragen vorzulegen: Pflanzen sich die Empfindungserregungen direkt und mit Notwendigkeit bis in die Gehirn-Hemisphären fort oder wird die direkte Fortpflanzung dieser Erregungen beim normalen Tier an den Punkten aufgehalten, jenseits welcher das Gehirn aufhört für direkte Erregungen empfänglich zu sein? Und ferner: Geht die Transmission im Gehirn nach denselben Grundgesetzen vor sich wie in den Nervenröhren, oder ist vielmehr die Bildung einer Wahrnehmung im Gehirn an Erscheinungen gebunden, welche unsere Untersuchungsmittel uns noch nicht erlauben als den allgemeinen Gesetzen der materiellen Bewegung unterworfen zu betrachten?

„Was die erste dieser Fragen betrifft, so war ich berechtigt, sie als nicht gelöst zu betrachten trotz der Thatsachen, welche bis zur Evidenz beweisen, daß das Gehirn einen aktiven Teil an der Ausarbeitung der meisten unserer Empfindungen nimmt. Denn damit diese Ausarbeitung stattfinde, ist es durchaus nicht unerläßlich, daß sich die Empfindungen auf direktem Wege bis zu den Hemisphären fortpflanzen; die hypothetischen Zentren der Empfindung könnten an der Basis des Gehirns liegen und sekundär, etwa infolge einer Art von Reflexaktion, einen Teil der empfangenen Eindrücke dem Gehirn zusenden, wo diese sich mit den eigentlichen sensoriellen Eindrücken verbinden und die intellektuellen Bilder, die Ideen, bilden würden. Nach dieser Anschauungsweise wären die Hirnlappen also nur der Ort, an dem diese beiden Kategorien von Eindrücken zusammentreffen, nicht aber die Endstation, nach welcher hin sie (fertig) fließen. Das Vorhandensein von zwei histologisch verschiedenen Hirnsubstanzen widerspricht ohne Zweifel der Ansicht, welche das (ganze) Gehirn als ausschließlich der Reflexaktion dienendes Organ betrachtet, dessen Leistung es nicht sei, die Eindrücke direkt weiter zu leiten; aber man müßte wenn irgend möglich direkte Beweise oder wenigstens Argumente der Wahrscheinlichkeit für die eine oder die andere dieser Anschauungsweisen suchen.

„Was nun die zweite Frage betrifft, die sich auf die Art und Weise bezieht, nach welcher die direkten sensoriellen und sensitiven Eindrücke bis ins Gehirn strömen, um sich daselbst zu vereinigen und zu Vorstellungen zu verbinden, so dürfen wir uns nicht verhehlen, daß alles, was bisher über diesen Gegenstand gesagt worden ist, nur auf Hypothesen und Analogien beruht und daß die Wissen-

[1] Archives de Physiologie, V. Masson, März-April 1869 bis Juli-August 1870.

schaft auch nicht ein einziges direktes, experimentelles Faktum besitzt, welches fähig wäre darzuthun, daß die Umwandlung der Eindrücke in Vorstellungen eine den allgemeinen Gesetzen der Bewegung unterworfene Erscheinung ist. Das Folgende wird zeigen, daß, wenn es uns auch nicht gelungen ist, die definitive Lösung des Problems zu finden, wir ihr wenigstens um vieles näher gerückt sind, als dies mit den Hilfsmitteln möglich gewesen wäre, welche bis jetzt angewendet worden sind.

Um die erste Frage zu lösen, mußten wir vor allem ein Hilfsmittel suchen, das geeignet ist, uns den Vorgang der Transmission in den Nerven erkennen zu lassen, unabhängig von der Reflexaktion und den Bewegungen, welche von dieser herrühren. Es ist allgemein bekannt, daß der Thätigkeitszustand eines Nerven oder eines Teiles der Nervenzentren sich durch kein direktes Zeichen manifestiert; man mußte also auf indirektem Wege versuchen ihn zu erkennen. Bei in Thätigkeit befindlichen Nervenstämmen hat man als Kennzeichen ihrer Thätigkeit gefunden, daß Veränderungen in ihrem elektrischen Zustande stattfinden; aber dieses Kennzeichen kann uns zum Studium der vorliegenden Frage nichts nützen, weil dasselbe nur in vom Körper vollständig ilosierten Segmenten des Nervensystems wahrnehmbar ist und folglich unmöglich an unverletzten Zentralteilen im Augenblicke der Übertragung einer Nervenerregung wahrgenommen werden kann. Dagegen glauben wir ein solches Kennzeichen, wie wir es brauchen, in den Wärmeerscheinungen gefunden zu haben, welche in dem Nervengewebe infolge der Transmission und unabhängig von den durch die Veränderungen der Zirkulation bedingten entstehen.

„Wenn wir von den Ergebnissen der Wissenschaft ausgehen und annehmen, daß die Nerventhätigkeit infolge von molekularen Veränderungen, aus welchen sie besteht und welche sie begleiten, und infolge des Widerstandes, welchen sie im Nervengewebe selbst findet, eine berechenbare Wärmequantität erzeugt, so muß auch die Bewegungsübertragung in den Zentren und hauptsächlich in dem Gehirn eine lokale Wärmeerhöhung, unabhängig von der durch die Zirkulation bedingten, hervorrufen. Nehmen wir an, daß diese Wärmeerhöhung mit einem peripheren Reize entstehe und vergehe, so würden wir mit dieser Thatsache den Beweis dafür gefunden haben, daß der Reiz wirklich den Zentren übermittelt worden, und daß diese Übertragung selbst an eine Molekularbewegung gebunden ist, welche den allgemeinen Gesetzen von der Bewegung der Körper untergeordnet ist. Nehmen wir ferner an, daß diese lokale Wärmesteigerung, die Folge eines peripheren Reizes, auch nach Aufhören jeder Reflexbewegung dennoch weiter erzeugt wird, so wäre in diesem Falle nachgewiesen, daß die Empfindungen sich zum Teil direkt, ohne Vermittelung einer reflexartigen Transmission, bis zum Gehirn fortpflanzen.

„Wenn wir ferner finden würden — wobei wir wenn möglich immer von den Wärmewirkungen der allgemeinen Zirkulation absehen — daß die von einer einfachen Empfindung oder von einem unmittelbaren sinnlichen Eindrucke erzeugte Wärme quantitativ niedriger ist, als die durch einen gleichen oder selbst schwächeren Eindruck hervorgebrachte lokale Erwärmung, welcher jedoch von einem „psychischen“ Akte begleitet ist, so würden wir daraus, und zwar mit einer großen Wahrscheinlichkeit schließen, daß die Molekularbewegung, welche die Ursache der Wärmeerhöhung im Gehirn ist, in dem ersteren Falle weniger lebhaft war als in dem letzteren. Und wenn dem so wäre, so wären die psychischen Akte selbst an eine materielle Bewegung gebunden.“

Schiff theilt seine Arbeit in zwei Teile: 1) Wärmeerzeugung in den Nervenstämmen und 2) Wärmeerzeugung im Gehirn. Wir interessieren uns hauptsächlich für den zweiten Teil; der erste enthält übrigens nichts wesentlich Neues.

Schon 1848 stellte Helmholtz Untersuchungen darüber an, ob die Nerven eine Temperatursteigerung zeigen, wenn sie gereizt werden, d. h. also während der Fortpflanzung eines motorischen oder sensitiven Eindruckes in ihren Fasern. Seine Resultate sind nicht entscheidend, denn die Hilfsmittel, über welche die Wissenschaft damals zu verfügen hatte,

waren zur Lösung dieser Frage nicht ausreichend. Später beschäftigte sich Valentin mit der Frage und bediente sich der empfindlichsten thermometrischen Apparate; er konstatierte eine leichte Erwärmung des Nerven, welche jedesmal auftrat, wenn der Nerv in Thätigkeit trat. Fast gleichzeitig studierte Schiff dieselbe Frage; seine Resultate bestätigen vollständig die von Valentin gefundenen, und die Experimente dieser zwei hervorragenden Physiologen beweisen, daß die Nerven im Zustande der Thätigkeit wärmer sind als im Zustande der Ruhe.

Wenden wir uns zu der Wärmeerzeugung im Gehirn.

1. Experimente an narkotisierten Tieren.

Im allgemeinen bediente sich Schiff des Kurare, und zuweilen des Alkohols, um die zu dieser Versuchsreihe bestimmten Tiere bewegungslos zu machen; im ersteren Falle ist die Unterhaltung der künstlichen Atmung unumgänglich notwendig, um den Tod des Tieres zu verhindern. Sobald dasselbe genügend narkotisiert war, durchbohrte Schiff den Schädel in gleichen Entfernungen von der Mittellinie und führte so symmetrisch als nur irgend möglich die beiden Pole der thermoelektrischen Säule in das Gehirn ein. Die Folge davon ist im Momente der Kreisschließung eine starke Abweichung und langdauernde Oszillationen des Spiegels am Galvanometer. Man ist gezwungen eine Stunde und selbst zwei Stunden zu warten, bis auf diese Schwingungen wieder die Gleichgewichtslage folgt, bevor man eine Reizung mit der Hoffnung wagen darf, eine Wirkung derselben zu erkennen; von seltenen Ausnahmen abgesehen, würde man vergeblich auf eine vollständige Unbeweglichkeit des Zeigers warten und man muß sich mit langsamen und regelmäßigen Schwingungen um Null herum zufriedengeben. Sobald man sich von deren Weite genau unterrichtet hat, wartet man das Ende einer Schwingung ab, d. h. den Moment, in welchem der Spiegel seine Bewegung verlangsamt und eben still halten will, um sich zurückzuwenden, und berührt in diesem Augenblicke sehr leicht eine der Extremitäten des Tieres. Dieser Reiz kann zwei verschiedene Wirkungen hervorbringen: entweder der Spiegel kehrt plötzlich und unverzüglich zurück, anstatt auf dem Kulminationspunkte seiner Abweichung still zu halten, oder der Spiegel, der vor der Reizung fast unbeweglich stand, beschleunigt von neuem seinen Lauf und verlängert seine Exkursion um einige Grade über den gewöhnlichen Kulminationspunkt hinaus. Dieser neue Anstoß ist die Wirkung der Reizung. Man überzeugt sich davon, indem man dasselbe Experiment mehreremale wiederholt, nachdem man stets zwischen zwei Versuchen die normalen Oszillationen des Spiegels beobachtet hat; man kann zur Kontrolle die Reizung in dem Momente vornehmen, wenn der Spiegel das entgegengesetzte Maximum seiner normalen Exkursionen beinahe erreicht hat: man sieht ihn dann plötzlich in umgekehrter Richtung sich zurückwenden, bevor er dies Maximum wirklich erreicht hat.

Diese Experimente beweisen, daß ein peripherer Reiz eine Temperaturdifferenz zwischen den beiden Punkten des Gehirns erzeugt, welche

mit den Polen der thermoelektrischen Säule in Berührung sind. Nachdem Schiff nachgewiesen hat, daß diese Differenz unabhängig ist von der Manipulation, welche den Reiz hervorruft, legt er sich die Frage vor, ob sie von einer Temperaturerhöhung des einen oder von einer Temperaturerniedrigung des anderen der beiden untersuchten Punkte herrühre?

»Obgleich die an Nervenstämmen vorgenommenen Experimente es ungemein wahrscheinlich machen, daß die Temperaturdifferenz von einer Erwärmung desjenigen der zwei Vergleichspunkte herrühre, welcher durch die Reizung stärker erregt worden ist, so konnte doch diese Wahrscheinlichkeit uns nicht genügen und wir haben versucht, dafür den direkten Beweis zu liefern. Bei Katzen und Kaninchen, die mit Kurare vergiftet waren, legten wir die Hirnhemisphären in der Mitte ihres größten Durchmessers bloß und stachen eine der thermoelektrischen Nadeln in das mittlere Drittel der rechten, die andere in das innere Drittel der linken Hemisphäre. Hierauf reizten wir mehrere empfindliche Punkte bald der rechten, bald der linken Körperseite. Alle diese Reizungen bewirkten eine Ablenkung, welche eine höhere Temperatur in der Nadel nachwies, die mit der rechten Hemisphäre in Kontakt war. War nun dies Resultat einer wirklichen Temperatursteigerung des mittleren Drittels der rechten Hemisphäre zuzuschreiben, oder einer Temperaturerniedrigung des inneren Drittels der linken Hemisphäre? Um diese Frage zu entscheiden, bedurften wir eines neuen Elementes, welches sich uns in dem Kleinhirn darbot. Wir führten bei denselben Tieren die beiden Nadeln in verschiedene Punkte des Kleinhirns ein, ohne die Vierhügel oder das verlängerte Mark in Mitleidenschaft zu ziehen, und, was sehr bemerkenswert ist, weder die mechanischen noch die elektrischen Reizungen des Rumpfes oder der Extremitäten des Tieres bewirkten eine Abweichung des Spiegels. Man muß hieraus schließen, daß das Kleinhirn der Leitung von Gefühlseindrücken, welche den Rumpf und die Extremitäten treffen, fremd bleibt.« Wenn jetzt der Versuch derart wiederholt wird, daß man eine der Nadeln im Kleinhirn anbringt, dessen Temperatur sich nicht verändert, und die andere Nadel an demselben Punkte der linken Hirnhemisphäre, so überzeugt man sich, daß die durch die Reizung hervorgerufene Ablenkung des Spiegels immer eine Temperaturerhöhung im Gehirn anzeigt; dies berechtigt uns zu der Behauptung, daß die bei den Experimenten mit dem Gehirn beobachtete Abweichung der thermogalvanometrische Ausdruck ist für eine wirkliche Erwärmung des einen der beiden verglichenen Punkte, und ferner »daß die Temperaturerhöhung in beiden verglichenen Punkten des Gehirns vorhanden ist. In dem speziellen Falle, um den es sich hier handelt, ist sie in der linken Hälfte vorhanden und in einem noch höheren Grade in der rechten Hälfte. Es ist die Differenz zwischen diesen beiden Wärmesteigerungen, eine Differenz zu gunsten der rechten Hemisphäre, welche uns bei unserem ersten Experimente durch die Ablenkung des Spiegels enthüllt worden ist.«

Das allgemeine Resultat aus einer sehr großen Anzahl ähnlicher Versuche drückt Schiff folgendermaßen aus:

»Aus dem soeben Mitgeteilten scheint hervorzugehen, daß die Temperatur der mittleren Zone stets die der anderen Zonen überragt. Es scheint also, daß die Gefühlseindrücke, obgleich sie auf das ganze Gehirn reagieren, einen ausgeprägteren Einfluß auf die mittlere Partie jeder der beiden Hemisphären besitzen und daß, wenn man die innere Partie mit der äußeren vergleicht, es die erstere ist, welche sich im Momente einer Gefühlserregung des Körpers thätiger zeigt . . . . . Wie man sieht, folgt aus diesen Experimenten, daß im allgemeinen eine Gefühlserregung auf beide Hemisphären wirkt und, wie es scheint, in ziemlich gleicher Weise. Diese Thatsache stimmt mit den Ergebnissen der direkten Experimentation und der pathologischen Anatomie überein, welche beweisen, daß beide Hirnhemisphären keine verschiedenartigen Funktionen besitzen und in keiner verschiedenartigen Beziehung zu den beiden Körperseiten stehen[1].«

Schiff beendet seine Experimente an narkotisierten Tieren, indem er die Wärme erzeugende Wirkung einer Reizung der höheren Sinne zu konstatieren versucht; zuerst unterzog er das Gehör dieser Prüfung. Er beobachtete, daß der schrille Ton einer Pfeife eine Ablenkung des Spiegels nach der einen oder nach der anderen Richtung bewirkte, und zwar mit einer solchen Schnelligkeit und solcher Ausdehnung, daß die neue Einwirkung von den vorhergehenden Oszillationen, wenn solche noch vor der Reizung existierten, mit Leichtigkeit zu unterscheiden war. »Es gelang mir nur elfmal, diese Erscheinung mit aller wünschenswerten Genauigkeit zu konstatieren, ... wahrscheinlich bedarf es eines bestimmten Grades von Narkotisierung, damit das Gehör noch in dem richtigen Maße, den dieses Experiment erheischt, erregbar sei . . . . Bei diesen Beobachtungen war in acht Fällen die Abweichungsrichtung dieselbe wie in jenen Fällen, wo eine Hautreizung der Glieder vorgenommen worden war; in den anderen drei Fällen wich der Spiegel nach der entgegengesetzten Seite ab. Hier waren die Nadeln in den hinteren Lappen der beiden Hemisphären eingesenkt. — Wir werden später sehen, daß, wenn die Wärme erzeugende Wirkung der Gehörsreizungen sich nicht nur selten, sondern sogar fast nur ausnahmsweise bei narkotisierten Tieren zeigte, dies im Gegenteil eine sehr leicht zu konstatierende Erscheinung wird, wenn die Tiere nicht narkotisiert, sondern nach einer anderen Methode vorbereitet werden. Aber damals bereits konnte ich aus meinen Experimenten den Schluß ziehen, daß die Reizung eines der höheren Sinne unter diesen günstigen Bedingungen, d. h. wenn sie noch bis zum Gehirn gelangt, eine Ablenkung infolge einer Temperaturveränderung dieses Organes hervorzubringen vermag, und es blieb nur zweifelhaft, ob diese Entwickelung von Wärme der Ausdruck war für die Leitung der Reizung nach dem eigentlichen Zentrum oder der Ausdruck für eine Reflexaktion, einen psychischen Akt, von jener Reizung nach ihrem Eintreffen im Zentralpunkte hervorgerufen.

---

[1] l. c. Januar-Februar 70, S. 24 und März-April 70, S. 198. — Leider ist diese ganze Untersuchung, wie man sieht, vor der neueren Lokalisationslehre angefangen und beendigt worden.

2. Experimente mit nicht narkotisierten Tieren.

Was Schiff abhielt, mit nicht narkotisierten Tieren zu operieren, war die Befürchtung, daß durch den Einfluß von Bewegungen und hauptsächlich von Gemütserregungen der Tiere in deren Gehirn fortwährende Temperaturschwankungen auftreten würden, welche die Konstatierung der Wirkung eines Reizes unmöglich gemacht hätten. Glücklicherweise war diese Befürchtung nicht begründet. »Bei einem ohne große Hoffnung auf Erfolg vorgenommenen Versuche mit einem nicht narkotisierten Hunde, in dessen Gehirn wir zwei thermoelektrische Nadeln versenkt hatten, waren wir über die Bewegungslosigkeit erstaunt, welche der Spiegel darbot, wenn jede künstliche Reizung des Tieres vermieden wurde; der Hund schien sich in einem Zustande von tiefer Schläfrigkeit zu befinden.«

Diese Beobachtung bildete den Ausgangspunkt für eine zweite Reihe von Versuchen an Hunden und Hühnern, welche wohl die interessantesten waren. Die bei den Hunden angewandte Methode war folgende:

Den ätherisierten Hunden wurde der Schädel an zwei Stellen durchbohrt, welche mit den zwei Punkten der Hemisphären, deren Temperatur untersucht werden sollte, korrespondierten; durch diese Öffnungen wurden die thermoelektrischen Nadeln ins Gehirn eingeführt, deren oberer, erweiterter Teil durch Reibung in der Knochenwunde festgehalten wurde. Das Tier wurde vorläufig zwei Tage lang sich selbst überlassen, damit es, soweit dies möglich, sich erhole; die meisten Hunde begannen nach Verlauf dieser Zeit wieder Nahrung zu sich zu nehmen. In den günstigen Fällen, wo die thermoelektrischen Nadeln von den Rändern der Knochenwunde so fest umspannt wurden, daß sie sich nicht bewegen konnten, wurde das Tier auf den mit einem dicken und weichen Teppich bedeckten Beobachtungstisch gelegt, man gab ihm Milch und Fleisch, und unterhielt sich freundlich und liebkosend mit ihm eine halbe, wohl auch eine ganze Stunde, bis es sich an seine ungewohnte Position gewöhnt hatte; dann wurde der thermogalvanometrische Kreis geschlossen, was eine starke Abweichung des Spiegels bewirkte, der jedoch viel schneller zu einer verhältnismäßigen Ruhe in der Nähe des Nullpunktes der Skala gelangte als bei den narkotisierten Tieren. Es traten zuweilen Momente vollständiger Ruhe ein, so daß die Möglichkeit gegeben war, sehr genaue Versuche zu machen.

Reizungen der allgemeinen Sensibilität. Das Tier wurde gereizt, indem man seine Haut an irgend einer Stelle seines Körpers etwas stärker berührte, wobei man mit großer Sorgfalt darauf achtete, keine Bewegungen des Tieres zu provozieren. »Unverzüglich bemerkte man eine sehr schnelle Ablenkung des Spiegels um vier bis zwölf Teilstriche nach der einen oder der anderen Richtung«, welch letztere vollständig von der stets symmetrischen Stellung der beiden Nadeln abzuhängen schien'

Reizungen des Geruchssinnes. Wenn man dem Tiere, nachdem alle Vorbereitungen zum Experimente getroffen waren, zu wiederholten Malen eine kleine leere Papierrolle vor die Nase hielt, fand anfangs eine leichte Ablenkung des Spiegels statt, welche immer geringer

wurde und schließlich fast aufhörte, wenn der Versuch mehreremal kurz nacheinander gemacht worden war. Hierauf wurde ein Stück gebratenen Specks in das Papier gewickelt und abermals dem immer bewegungslosen Hunde vor die Nase gehalten: seine Nasenlöcher erweiterten sich sichtlich, er beroch das Papier, und gleichzeitig bemerkte man eine plötzliche Abweichung des Spiegels um fünf bis acht Grade. Der Spiegel kehrte nicht sofort auf Null, sondern nur um einen oder zwei Grade zurück, um von neuem um zwei, drei, sogar vier Grade abzuweichen; dieser Rückgang, von einer abermaligen Abweichung begleitet, wiederholte sich oft ein drittesmal. Während dieser Oszillationen hatte der Hund den Speck fortwährend vor der Nase. Bei diesen Versuchen bewegte der Hund zuweilen seinen Kopf, wenn diese Bewegungen jedoch nicht heftig waren, bewirkten sie weder eine stärkere noch eine schnellere Ablenkung des Spiegels. Aber bei mehr apathischen Tieren, welche man vorzugsweise für diese Art von Beobachtungen wählte, welche jedoch Lust zu fressen hatten, beschränkten sich alle Bewegungen auf die des Riechens und dennoch war die Ablenkung eine so deutlich ausgesprochene, daß sie mit den durch das Verhalten des leeren Papieres bewirkten Schwingungen nicht verwechselt werden konnten. — Wurde in das Papier, an Stelle des Specks ein mit Kreosot getränkter kleiner Schwamm gethan, so wurde die Ablenkung ebenfalls deutlich stärker, aber niemals so bedeutend wie bei dem Hinhalten von Speck, Käse, gebratenen Knochen, selbst bei den Hunden, welche noch viel zu krank waren, um feste Nahrung zu sich zu nehmen, und welche nach beendetem Versuche dieselben Substanzen, die ihren Geruchssinn während des Versuches gereizt hatten, zu fressen sich weigerten. . . . . Zu bemerken wäre noch, daß, wenn das den Speck enthaltende Papier, nachdem es sehr kurze Zeit dem Hunde vor die Nase gehalten worden war, plötzlich zurückgezogen wurde, die Bewegungen des Schnüffelns zuerst lebhafter wurden, aber bald aufhörten, während die Abweichung des Spiegels, die in dem Momente, wo man das Papier fortzog, sehr ausgesprochen war, zuweilen unmittelbar nachher sich noch vergrößerte.«

Reizungen des Gehörs. Diese wurden auf dieselbe Weise vorgenommen wie bei den narkotisierten Tieren, aber die Resultate waren viel deutlicher ausgesprochen und viel konstanter, gleichgültig ob leichte Bewegungen einiger Kopfmuskeln mit unterliefen oder nicht. Bei den Tieren, mit welchen man vorher Experimente über den Geruchssinn und die Sensibilität der Haut vorgenommen hatte, geschah die durch einen Schall bewirkte Ablenkung immer nach derselben Richtung wie nach der durch jene beiden Erregungen hervorgerufenen. — Wurde derselbe schrille Pfiff in kurzen Zwischenräumen, alle sechs bis acht Minuten wiederholt, so war die Ablenkung des Spiegels stets das erstemal am stärksten; beim zweiten Pfiff war sie noch beträchtlich und gab zuweilen an Ausdehnung der ersten nichts nach; bei der dritten Wiederholung war eine deutliche Verminderung zu konstatieren, bei der vierten eine abermalige und so fort, bis schließlich nur noch eine Schwingung von ungefähr zwei Grad stattfand. — Wenn der erste Pfiff leichte Bewegungen in einigen Kopfmuskeln verursacht hatte, so verloren diese Bewegungen

auch später nichts an Energie, wenigstens nicht bis zum sechsten oder siebenten Pfiff. Diese wichtige Beobachtung findet eine noch bezeichnendere Bestätigung in den bei Hühnern gemachten Beobachtungen, welche später besprochen werden sollen.«

Reizungen des Gesichtssinnes. Diese Experimente zerfallen in zwei Reihen: in der ersten wurden auf die Augen des Tieres die Strahlen eines Heliostaten gerichtet; im selben Momente wich der Spiegel plötzlich ab, aber nur um vier bis acht Grade. »Ich gestehe,« sagt Schiff, »daß ich eine viel stärkere Ablenkung erwartet hatte; aber die Schnelligkeit, mit welcher sie erfolgte und die Augenblicklichkeit, mit der die Lichteinwirkung sie hervorrief, konnten auch nicht den geringsten Zweifel über ihr unverzügliches Auftreten infolge des starken Gesichtseindruckes lassen.«

Die ganze zweite Reihe der Versuche wurde an nur einem Hunde vorgenommen, weil aus der großen Zahl der zu diesem Experimente gewählten Hunde jener der einzige war, der sich von der ersten Probe an genügend ruhig verhielt. Man stellte sich in geringe Entfernung von dem Tiere und hielt einen Regenschirm geschlossen auf seine Augen gerichtet. In dieser Stellung wartete man die Ruhe des Spiegels ab. Einige Minuten nachdem dieselbe eingetreten war, wurde plötzlich der Regenschirm geöffnet. Schon bei dem ersten Versuche, der am fünften Tage nach Einführung der thermoelektrischen Nadeln vorgenommen wurde, machte der Hund keine anderen Bewegungen als mit dem Augapfel und den Augenlidern; dennoch erfolgte eine starke Ablenkung des Spiegels von sechzehn Grad .... Unverzüglich darauf wurde der Schirm geschlossen; der Hund verhielt sich weiter bewegungslos ..... Nach acht oder zehn Minuten, als der Spiegel fast auf Null zurückgekehrt war oder wenigstens wieder ruhig stand, wurde der Schirm abermals geöffnet. Sofort trat eine abermalige Ablenkung ein, welche gewöhnlich von nicht geringerer Ausdehnung war als die erste; zwei- oder dreimal indessen war sie sichtlich schwächer. Nach einer Pause von acht bis zehn Minuten wurde dasselbe Manöver zum drittenmale wiederholt. Soweit man dies zu beurteilen vermochte, waren die Augenbewegungen des Hundes gleich geblieben, aber die Abweichung des Spiegels war ganz sichtlich und zuweilen beträchtlich vermindert. Nach sechs oder sieben Minuten abermalige Wiederholung desselben Manövers, dieselbe Augenbewegung, Ablenkung viel geringer. Eine Ablenkung blieb niemals aus, aber sie reduzierte sich schließlich auf ein Minimum, welches konstant eintrat, selbst wenn man das Manöver mit dem Schirme bis neunmal wiederholte.

»Die große Tragweite der erhaltenen Resultate«, sagt Schiff, »erweckte den Wunsch in mir, diese Beobachtungen an Tieren zu wiederholen, welche, ohne durch die Vorbereitungsoperation geschwächt zu sein, sich voller Gesundheit erfreuen und fähig sind, starke psychische Erregungen zu ertragen, ohne Bewegungen vorzunehmen, welche die Beobachtung trüben könnten. Ich wußte, daß Hühner, die absichtlich in gewisse ungewohnte Lagen gebracht werden, welche die Freiheit ihrer Bewegungen hemmen, Drohungen und starke sensorielle Eindrücke er-

tragen, ohne daß sie wagen möchten sich zu rühren; dazu kam noch der Umstand, daß diese Tiere sich durch eine bemerkenswerte Immunität gegen die Folgen von Hirnverwundungen auszeichnen. Um diese Umstände auszunützen, entwarf ich den Plan, in das Gehirn junger Hühner eine hinreichend kleine thermoelektrische Säule derart zu versenken, daß dieselbe an allen Seiten von der Hirnmasse umgeben sei, die vollständige Heilung der in den Schädel gemachten Öffnungen, durch welche die Leitungsdrähte gehen sollten, abzuwarten, um dann, wenn die Tiere ihren normalen Zustand wieder erlangt haben würden, die Experimente hinsichtlich der Reizungen der verschiedenen Sinne zu beginnen.«

»..... Wenn die Verwundung nur die Hemisphären betrifft und wenn der Kanal, durch welchen der Fremdkörper geht, weder die Vierhügel noch andere Partien an der Basis des Gehirns verletzt, so scheint das Tier kaum zu verspüren, daß es eine Operation erlitten hat, und beginnt zu laufen wie im normalen Zustande, entweder unmittelbar nach der Operation oder allenfalls nach einigen Momenten des Erstaunens; es beginnt sofort wieder zu fressen und scheint durchaus nicht verwirrt. Am nächsten Tage tritt zuweilen etwas Niedergeschlagenheit ein, aber niemals in hohem Grade. Am dritten Tage ist der normale Zustand wieder hergestellt.

»Um den Experimenten unterworfen zu werden, müssen die Hühner so genau als möglich fixiert werden. Zu diesem Zwecke streckt man ihnen die Beine nach hinten am Rumpfe entlang, umwickelt die Hühner mit einem Tuche, welches einigemal um den Körper herumgeht, und läßt nur den Kopf und den Hals frei (zuweilen auch die Enden der Zehen). Das Huhn wird nun sofort in einen Porzellantrog gelegt, der gerade breit genug ist, um es in dieser Lage zu erhalten, so daß es nicht nach der Seite umfallen kann; derart eingeschlossen bleiben die Hühner stundenlang ruhig liegen, ohne sich zu rühren [1].

»Zuerst studierte ich den Wärmeeffekt der Hautreize (Berührung der Haut oder Kneipen derselben an verschiedenen Punkten).

»Da die Hühner eingewickelt waren, blieben für die direkten Reizungen keine anderen Angriffspunkte als der Kamm, der Fußballen und die Zehen; bei einigen Versuchen zupfte ich leicht an den Schwanzfedern. Alle diese mechanischen Reize bewirkten eine galvanometrische Ablenkung, welche eine Wärmeerhöhung in der einen oder in der anderen Hemisphäre anzeigte, welche bei demselben Tiere stets dieselbe blieb, welchen Punkt der Haut man auch gereizt haben mochte.

»Ich schritt hierauf zu Reizungen der Sinnesorgane. Plötzliche Gehörseindrücke, welche nicht von Bewegungen des Kopfes begleitet waren, ergaben Ablenkungen von 9 bis 13 Grad und sonderbarerweise immer zu gunsten derselben Hemisphäre, welche auch unter dem Einflusse der Tasteindrücke die überwiegende Wärmeerhöhung gezeigt hatte. Ich weiß nicht, ob ich dieses Zusammentreffen dem Zufall zuschreiben soll.«

[1] Archives de Physiologie, Mai-Juni 1870. (Details der Operation, Diskussion über einige Fehlerquellen und die Art und Weise, wie die letzteren vermieden wurden.)

Die Reizung des Gesichtssinnes wurde bewerkstelligt, indem eine farbige Papierrolle plötzlich vor den Augen der Tiere entfaltet wurde. »Ich weiß wohl«, sagt Schiff, »daß dieser Vorgang seinen Fehler besitzt, denn zu dem reinen Gesichtseindrucke mußte sich notwendigerweise die psychische Erregung gesellen, die Furcht nämlich, welche durch die plötzliche Bewegung meines Armes in dem Tiere erzeugt wurde. Aber gerade diese Experimente bieten am meisten Interesse dar, denn indem sie mehreremal hintereinander wiederholt werden, ist es möglich, nach und nach die Empfänglichkeit der Tiere abzustumpfen und auf diese Weise in den Resultaten den Anteil des psychischen Elementes von dem des rein sensitiven Eindruckes zu sondern. Dieser letztere variiert in seinen Wirkungen auf das Galvanometer nicht merklich, während der psychische Vorgang schließlich bei der Wiederholung der Erregung sich vollständig verwischt.«

Hier ein Beispiel der graduellen Verminderung der psychischen Wirkung:

Erste	Reizung,	14	Grad	Ablenkung
Zweite	»	12	»	»
Dritte	»	9	»	»
Vierte	»	8	»	»

und so weiter bis zur elften Reizung.

»Ich wählte sehr verschiedenartige Mittel, um auf meine Hühner psychisch einzuwirken; bald ließ ich sie schrille oder erschreckende Töne hören, wie lautes Pfeifen, Hundebellen, Katzenmiauen in ihrer Nähe, bald wirkte ich auf ihren Gesichtssinn, indem ich plötzlich meine Hand vor ihren Augen ausstreckte oder einen Schirm schnell öffnete oder Hunde und Katzen vor ihnen vorbeipassieren ließ; anderseits reizte ich ihren Appetit, indem ich ihnen verschiedene Nahrungsmittel vorlegte. Alle diese Reizungen hatten im Anfange eine starke Ablenkung (bis zu 18 Grad) zum Resultate, welche jedoch schnell abnahm, je öfter die Reizung wiederholt wurde. War das Minimum der Ablenkung einmal erreicht, so erhielt sich dasselbe konstant bei allen nachfolgenden Erregungen derselben Art.«

Aus diesem zweiten und hauptsächlichsten Teile von Schiff's Arbeit geht hervor:

1. daß bei einem Tiere, dessen Nervenzentren vollständig intakt sind, alle sensiblen Eindrücke bis zu den großen Hemisphären geleitet werden und daselbst eine Temperaturerhöhung durch ihre Übertragung allein bewirken;

2. daß die psychische Thätigkeit, unabhängig von den sensitiven Eindrücken, welche dieselbe hervorrufen, mit einer Wärmeerzeugung in den Nervenzentren verbunden ist, welche Wärme quantitativ diejenige übertrifft, welche einfache Sinneseindrücke erzeugen.

Dieses Resultat bestätigt vollständig den Schluß, den wir aus den im vorhergehenden Artikel auseinandergesetzten Thatsachen gezogen haben.

2. Biologisches Korollarium.

Der Inhalt der vorhergegangenen Artikel zwingt uns zu der Annahme, daß nicht nur in der Physik, sondern auch in der Physiologie und in der Psychologie die geleistete Arbeit immer gleich ist der verwendeten Kraft; dies ist dem Ausdrucke gleichbedeutend, daß die Kräfte nicht erschaffen werden, sondern sich nur umwandeln. Die weitere Folge ist, daß auch die psychische Thätigkeit den allgemeinen und unveränderlichen Gesetzen der Bewegung unterworfen ist und daß auch in der organischen Welt, ebenso wie in der unorganischen, jede Erscheinung, sie sei eine bewußte oder unbewußte, die Wirkung oder die Folge einer Summe von Ursachen oder Antezedenzien ist; mit anderen Worten: jede Handlung ist eine Reaktion. Ist dies aber der Fall, dann kann keine Spontaneität vorhanden sein in dem Sinne, in welchem die Metaphysiker, die Anhänger der Theorie von absoluten Anfängen, diesen Ausdruck gebrauchen, im Sinne einer Thätigkeit, Bewegung oder Energie nämlich, welche von dem Organismus ohne materielle oder dynamische Antezedenzien erschaffen werden, deren Wirkung, Resultat oder Konsequenz sie wäre.

Eine solche Spontaneität werden heute wenige Physiologen gelten lassen; sie wird nur von jenen Psychologen angenommen, welche ihre Wissenschaft von jedem Kontakt mit der Biologie fern halten wollen. In der glänzenden Phalanx von englischen Psychophysiologen finden wir indessen einen berühmten Mann, der sich die Mühe gegeben hat, eine Reihe von Argumenten zusammenzustellen, welche nicht nur zu gunsten der Spontaneität sprechen, sondern nach seiner Meinung bestimmt sind, die Existenz derselben zu beweisen. Es ist von großer Wichtigkeit, die von dem gelehrten Engländer vorgebrachten Beweise zu prüfen und zu untersuchen, ob sie einer objektiven Kritik standhalten können.

Alexander Bain nimmt dreierlei Arten von Reizen an: physische Reize (Stoß, Wärme, Elektrizität etc.), psychische Reize (Empfindungen, Gemütsbewegungen, Willensregungen etc.) und Reize, welche der spontanen Energie der Nervenzentren entstammen.

Die Argumente, mit deren Hilfe er das Vorhandensein dieser Energie glaubt nachgewiesen zu haben, sind folgende:

1. Die Muskeln des Körpers befinden sich unaufhörlich in einem Zustande leichter Kontraktion, welche sie in einer gewissen Spannung und Bereitschaft hält, die aktiven Bewegungen schnell auszuführen, welche

durch die Umstände erfordert werden. Nach Bain weist dies darauf hin, daß die Muskeln von einem ununterbrochenen Strome spontaner Energie belebt werden, welche den Nervenzentren entspringt und den Zustand erzeugt, den man Muskeltonus nennt. Die Physiologie jedoch liefert den Beweis, daß die Energie, welche die Muskeln während der scheinbaren Ruhe des Körpers belebt, wenn sie auch aus den Nervenzentren stammt, von diesen nicht erzeugt wird, auf folgende Weise: Wenn man einen enthaupteten Frosch derart aufhängt, daß seine Hinterfüße frei und ohne Unterstützung herabhängen, so bemerkt man eine leichte Beugung derselben, infolge eben des Muskeltonus, um den es sich handelt; wird nun der Hüftnerv der einen Seite durchschnitten, so erschlafft die entsprechende Extremität vollständig. Dieses Experiment beweist deutlich, daß die Erregung aus den Nervenzentren, in diesem speziellen Falle aus dem Rückenmarke herrührt; der durchschnittene Nerv enthielt aber gleichzeitig die motorischen und die sensitiven Fasern des Hinterbeines und das Rückenmark empfängt außerdem fortwährend die sensitiven Eindrücke, welche die anderen sensitiven Nerven des Körpers ihm zuführen, so daß der Versuch nicht genug beweist. Denn wir wissen noch nicht, ob die Erregung sich in den Nervenzentren ursprünglich erzeugte oder ob sie den letzteren durch die von einer äußeren Ursache erregten sensitiven Fasern zugeführt wurde. Um diese Frage zu entscheiden, muß man nur die sensitiven Wurzeln der Spinalnerven, nicht aber den ganzen Nerven durchschneiden, weil auf diese Weise den Zentren dann keine Empfindungserregungen von außen mehr zuströmen können, der Transmission motorischer Impulse aber der Weg durch die motorischen Wurzeln hindurch unbenommen bleibt. In diesem Falle nun ist das Resultat ganz genau dasselbe, die Extremität erschlafft ganz ebenso wie im vorigen Falle, als wenn jede Kommunikation mit den Zentren unterbrochen wäre. Die Erregung, welche die Zentren den Muskeln durch die Nerven zusenden, ist folglich keine spontan entstandene, sondern den Zentren durch die Eindrücke, welche die sensitiven Nerven an der Peripherie getroffen haben, mitgeteilte und von den Zentren auf die motorischen Nerven reflektierte Erregung, und der Muskeltonus ist folglich eine besondere Form der Reflexaktion. In einer Anmerkung der dritten Auflage seines Werkes läßt Bain diesen peremptorischen Einwand gelten, aber nichtsdestoweniger behauptet er, daß, wenn auch die soeben erwähnten Thatsachen hinreichend darthun, daß ein Teil des Muskeltonus auf Reflexaktion beruhe, ein anderer Teil doch wohl eine »spontane« Erscheinung sein könne. Das ist nun eine willkürliche Behauptung, welche von keiner Thatsache unterstützt wird.

2. Der dauernde Verschluß der Sphinkteren. Der Autor selbst sieht in diesem Faktum nur einen speziellen Fall von Muskeltonus, einen sozusagen lokalisierten Tonus; das ist zutreffend, so lange man annimmt, daß die Sphinkteren wirklich in einem permanenten Zustande der Kontraktion sich befinden, was jedoch nicht nachgewiesen ist. Dagegen ist nachgewiesen, daß die Sphinkteren vollständig die Fähigkeit verlieren, sich in Kontraktion zu erhalten, und in permanente Erschlaffung geraten, sobald eine isolierte Trennung der

sensitiven Wurzeln, welche sie in Kommunikation mit den korrespondierenden Nervenzentren versetzen, vorgenommen wird. Das oben auf den Muskeltonus im allgemeinen angewendete Raisonnement findet also auch volle Anwendung auf den Tonus der Sphinkteren: sobald die Nervenzentren nicht mehr den vielfältigen Reiz der allgemeinen Sensibilität oder den lokal durch den Inhalt des Darms oder der Blase erzeugten Reiz empfangen, wird die Energie der Sphinkteren nicht mehr angeregt und sie verfallen in Unthätigkeit.

3. Die Bewegungen der unwillkürlichen Muskeln. Über dieses Argument in technische Details einzugehen, ist wohl unnötig, denn die Bewegungen der Eingeweide haben mit der Frage von der Spontaneität wahrlich nicht den geringsten Zusammenhang. Diese Bewegungen hängen fast immer von peripheren oder lokalen Einflüssen ab und die spinalen oder zerebralen Zentren wirken nur selten oder ausnahmsweise auf sie ein. Und wenn selbst der letztere Fall eintritt, ist es immer leicht die Reflexnatur der Erscheinung und den äußeren Ursprung des Reizes nachzuweisen. Das Herz z. B. schlägt unabhängig vom Gehirn; es setzt seine Kontraktionen nicht nur fort, nachdem alle seine Verbindungen mit den Nervenzentren gelöst worden sind, sondern es schlägt sogar noch, wenn es vollständig vom Körper getrennt auf dem Tische liegt: deswegen haben dennoch unzählige zentralnervöse Einflüsse eine Wirkung auf seine Kontraktionen, welche durch jene beschleunigt oder verlangsamt, geschwächt oder gestärkt werden, wie bei physischen Schmerzen, bei Empfindungen, bei Gemütsbewegungen etc. Der Magen und die Därme vollziehen regelmäßig ihre Bewegungen, ohne daß die Nervenzentren irgendetwas damit zu thun hätten; aber ein unangenehmer Geruch oder Geschmack können auf dem Reflexwege Erbrechen hervorrufen und starke Furcht vermag die peristaltischen Kontraktionen des Darmes sehr eigentümlich zu beschleunigen. Bain hätte also sich ersparen können, diese Kategorie von Bewegungen zu erwähnen, denn sein Glaube an die Spontaneität geht gewiß nicht so weit, daß er der Ansicht sein könnte, sie bleibe unthätig liegen und warte, bis ein äußerer Reiz komme, der sie aus ihrem tiefen Schlummer erweckt und in Thätigkeit versetzt.

4. »Die Bewegungen, welche man beim Erwachen »macht, gehen der Empfindung vorher und können also »nicht deren Wirkung sein; wenn das Licht nötig wäre, »damit die Augen sich öffnen, so würde man sie niemals »öffnen.«

Daß in der Mehrzahl der Fälle — (aber nicht immer) — dem Erwachen keine bewußten, klaren und bestimmten Empfindungen vorhergehen, ist unbestreitbar; lassen wir die Fälle, in denen solche Empfindungen existieren, selbst vollständig unberücksichtigt, so fragen wir den Autor: mit welchem Rechte behauptet er, daß die Bewegungen, welche das vollständige Erwachen begleiten oder ihm vorhergehen, nicht die Wirkungen von Empfindungen sein können, welche infolge des schlummernden Bewußtseins nicht zur Wahrnehmung gelangten, von Empfindungen, welche, wenn sie auch unbewußte oder halbbewußte sind,

deswegen dennoch die Eigenschaft bewahrt haben, Reflexbewegungen hervorzurufen. Wird ein in tiefem Schlafe befindlicher Mensch am Fuße gekitzelt, so zieht er das Bein zurück; berührt man seine Nasenlöcher, so wird er seine Hand an die Nase führen, ohne das geringste Bewußtsein seiner Handlung zu besitzen und ohne beim Erwachen sich derselben zu entsinnen. Wenn dagegen die gekitzelte Person sich nur im Halbschlafe befindet oder eben im Begriffe ist zu erwachen, so wird sie sehr wahrscheinlich, weil die zerebralen Organe durch die Ruhe und durch den Zufluß von Ernährungssäften sich bereits genügend erholt haben, infolge des Experimentes erwachen und wird mehr oder weniger deutlich wissen, was mit ihr vorgenommen worden. Lange vor dem Erwachen machen wir Bewegungen, um unsere Lage zu verändern, um uns von einem unbequemen Drucke zu befreien etc.; was ist nun Staunenerregendes dabei, daß wir mit immer größerer Leichtigkeit reagieren in dem Maße, als die Ernährung die verbrauchten Stoffe des Gehirns wieder ersetzt? Nur das Gegenteil wäre unbegreiflich. Ganz dasselbe läßt sich auf die anderen Sinne anwenden, das Gehör, das Gesicht etc., und auf die Eindrücke, welche sie uns zuleiten. Wenn wir in tiefem Schlafe selbst laute Geräusche nicht vernehmen und auf keine Weise darauf reagieren können, so hören wir dagegen im leichten Schlafe viel schwächere Geräusche, und wenn wir sie auch als solche nicht deutlich wahrnehmen, so ist doch dann das Erwachen von dem undeutlichen Eindrucke eines ungewöhnlichen Geschehens begleitet, das auf uns eingewirkt hat. Dasselbe ist bei den Lichteindrücken der Fall: ein sehr ermüdeter Mensch kann im hellen Sonnenlichte schlafen, während das schwache Leuchten der Morgendämmerung genügt, um denjenigen zu erwecken, der seine gewohnte Dosis Schlaf absolviert hat; denn die Augenlider sind nicht ganz und gar undurchscheinend und selbst mit geschlossenen Augen unterscheiden wir sehr deutlich Licht von Finsternis. Aber, wird man entgegnen, wir erwachen auch in vollständiger Finsternis! — Das ist wahr, aber was soll das beweisen? Wenn der Schlaf jede Spur vorhergegangener Eindrücke, jede Erinnerung, jede Vorstellung vollständig in uns auslöschen und vernichten würde, dann würde es, das gebe ich zu, schwer zu erklären sein, warum wir die Augen öffnen, selbst wenn wir im Dunklen erwachen. Aber der Schlaf vernichtet die psychische Thätigkeit nicht; sobald das Organ des Geistes sich durch die Ruhe genügend erholt hat, ist beim Erwachen der zerebralen Funktion eine der ersten Reaktionen die Kontraktion der Augenlidmuskeln; die Augen offen zu halten, um sich von seiner Umgebung Rechenschaft abzulegen, ist zu einer so unwiderstehlichen Gewohnheit geworden, daß man es, sobald man das Bewußtsein seiner selbst erlangt hat und sogar noch früher, infolge eines automatischen Impulses thut, welcher der inneren und nach außen strahlenden Thätigkeit entspringt; mit dem besten Willen bringt man es nicht dazu, die Augen beim Erwachen *nicht* zu öffnen. Bain vergißt in diesem Falle die *psychischen Reize* und berücksichtigt nur die äußeren. Bei näherer Betrachtung würde man übrigens gerade bei dem in Rede stehenden Akte mit Leichtigkeit in Hinsicht auf die Nervenzentren *äußere* oder *periphere* Reize finden, welche genügen,

um das Öffnen der Augen beim Erwachen, selbst in der vollständigsten Dunkelheit, zu erklären. Denn das geschlossene Auge ist die Quelle zweier peripheren Empfindungen: die eine ist muskulärer Natur, die andere entspringt aus der Berührung von Bindehaut und Augapfel mit der inneren Oberfläche der Augenlider. Im Zustande des Wachseins existieren diese beiden Empfindungen gewöhnlich nicht; sie müssen daher auf das erwachte Gehirn den Eindruck einer Anomalie ausüben und die Hebung der Augenlider unabhängig von jeder Lichtempfindung veranlassen.

Bis hierher scheint Bain's Argumentation zu bezwecken, den Nachweis für die Existenz einer aus Nichts erschaffenen Energie, der metaphysischen Spontaneität, zu liefern; er schließt jedoch sein Raisonnement mit folgender allgemeinen Betrachtung: »Nichts widerspricht der Hypo»these, daß der Ernährungszustand der Nerven und der Nervenzentren, »ein Resultat der Nachtruhe, nicht Ursache der spontanen sei, welche »beim Erwachen zum Vorschein kommt. Das Antezedenz dieser Thätig»keit ist eher physisch als geistig und muß es für die spontane »Energie im allgemeinen sein. Wenn (später) die Empfindung hinzu»tritt, so wird der Charakter der Thätigkeit derart modifiziert, daß die »Spontaneität schwer wiederzuerkennen ist.« — Da hat nun die spontane Thätigkeit eine Ursache und obendrein eine physische Ursache; sie ist also eine Wirkung, eine Konsequenz physischer Antezedenzien! Aber dann hört sie auf »spontan« zu sein, und das Wort »Spontaneität« ist nichts anderes als ein bequemer Ausdruck für das Resultat aus einer Summe von Bedingungen, welche der Thätigkeit des Organismus günstig sind. Sie ist ferner nur dann deutlich zu erkennen, wenn die Empfindungen und die durch letztere erweckte Gehirnthätigkeit mangeln, d. h. bei Unthätigkeit des psychischen Lebens, so daß also der wachende Mensch, der sich klar und deutlich Rechenschaft von seinem Handeln ablegt, mit weniger Spontaneität handelt als derjenige, der im Schlafe oder während des Erwachens seine Arme und seine Beine unwillkürlich zurückzieht; die freiwilligen Handlungen also, welche die Wirkung der vollständigsten psychischen Thätigkeit sind, wären demnach die am wenigsten spontanen unserer Handlungen! Wie kommt es aber dann, daß Bain als achtes Argument zu gunsten der Spontaneität anführt, man müsse sie annehmen, »weil sonst die Entwickelung des Willens unerklärbar sein würde«? Der Wille soll, nach dieser Behauptung und nach der Ansicht der Psychologen, welche die Existenz eines freien Willens annehmen, eine höhere Entwickelung der Spontaneität sein. Aber Bain selbst sagte vorhin, die Spontaneität sei im Gegenteil durch die Einmischung des psychischen Lebens, welches in dem Willen sich zu seiner höchsten Manifestation erhebt, darniedergehalten und verschleiert; der Wille wäre also eine Entwickelungshemmung der Spontaneität, die fortschreitende Entwickelung des Willens würde ein Rückwärtsschreiten jener im Gefolge haben und würde sie nach und nach vollständig beseitigen; derart, daß im erhabensten Willensakte, von dem höchsten Grade von Bewußtsein begleitet, die Spontaneität auf ein Minimum oder auf Null reduziert wäre!

Es ist sehr schwer, sich nicht in derartige Widersprüche zu verwickeln, wenn man Argumente anwendet, welche sich auf die Konsequenzen der Behauptung, die man aufstellt, vordeutend beziehen, anstatt sich auf thatsächliche Beweise zu stützen. Es ist dies eine durchaus unwissenschaftliche, sogar eine theologische Manier; denn als die Theologen einstmals die Willensfreiheit leugneten, thaten sie dies nicht etwa, weil deren Existenz ihnen widerlegt schien, sondern weil ihre Existenz dem Vorherwissen und der Allmacht Gottes widersprechen würde; die Theologen wiederum, welche die Willensfreiheit annahmen, stellten diese Behauptung nicht auf, weil sie ihnen bewiesen schien, sondern »ut vel maxime quidem Deus nobis non sit causa vitii«. — Um ein Problem wissenschaftlich zu prüfen, muß im Gegenteil jede Einmischung von Zwecken eliminiert und das Problem ausschließlich an sich und für sich betrachtet werden. In unserem Falle darf also die Untersuchung nur danach forschen, ob die Thatsachen für oder gegen die Existenz der Spontaneität sprechen; sind genügende Beweise dafür vorhanden, daß die Spontaneität nicht existiert, so muß man sich eben darein finden, selbst unter der Bedingung, daß man gleichzeitig darauf verzichten müßte, den Willen zu erklären, wenn es nämlich wirklich unmöglich ist, ihn ohne Zuhilfenahme einer Hypothese zu erklären, welche in offenbarem Widerspruche mit den Thatsachen sich befindet.

Ich will die anderen Argumente von Bain, welche kaum einen größeren Wert besitzen, in aller Kürze erwähnen.

5. Die große Beweglichkeit der Kinder in zartem Alter oder der jungen Tiere, und die in Freiheit gesetzter Tiere, welche vorher lange eingeschlossen oder angebunden waren, wie z. B. das wilde Laufen eines von seiner Kette befreiten Hundes, die lebhaften Bewegungen eines Pferdes nach langdauerndem Aufenthalte im Stalle u. dgl.; derartige Beispiele citiert Bain zur Stütze der Hypothese, daß in den Lebewesen eine Art selbsterzeugter, von äußeren Einflüssen unabhängiger Energie vorhanden sei. Aber auch hier verfällt er dem Widerspruche, der bereits bei Besprechung seines vierten Argumentes und des Schlusses, den er aus demselben zieht, erwähnt wurde. Er sagt wirklich, daß diese Manifestationen einer überströmenden Thätigkeit, wenn sie nicht von einem starken äußeren Einflusse hervorgerufen sind, in welchem Falle von Spontaneität keine Rede mehr ist, nur »einem Überschusse »muskulärer und zerebraler Energie zuzuschreiben sind, welche »im Verhältnis zum Ernährungszustande des ganzen Kör»pers sich vergrößert oder verkleinert«. Ich will nur wiederholen, daß, wenn die in Rede stehende Energie von Veränderungen im materiellen Zustande des Gehirns und der Muskeln abhängt, sie ebensowenig eine »spontane, selbsterzeugte Energie« ist, wie die Elektrizität, welche ebenfalls in größerer Quantität von einer Batterie erzeugt wird, die sich in gutem Zustande befindet und deren Flüssigkeiten sich nicht verändert haben, als von einer Batterie, in welcher das Zink verbraucht und die Säuren neutralisiert sind. Da diese beiden Fälle identischer Natur sind, so müßte man sagen, daß »eine neue Batterie mehr Spontaneität besitze als eine lang benutzte«. Das ist so sehr übereinstim-

mend, daß Bain in demselben Paragraphen dazu gelangt, selbst den Muskeln eine spontane Energie zuzuschreiben, welche sicherlich von niemand angenommen wird; denn die Muskeln kontrahieren sich niemals, d. h. sie entwickeln niemals eine Thätigkeit, ohne daß ihnen mittels ihrer Nerven ein motorischer Impuls von den Zentren oder anderswoher mitgeteilt worden wäre. Nicht etwa daß ich die von den Nerven unabhängige Irritabilität des Muskelgewebes leugne — aber die lokale und dauernde Kontraktion, welche Schiff die idiomuskuläre nennt, manifestiert sich nur als Folge einer heftigen chemischen oder mechanischen Reizung; sie kommt nie unter normalen physiologischen Bedingungen vor und hat mit der Art von Thätigkeit, um welche es sich hier handelt, nicht das Geringste gemein. Und so dient das fünfte Argument von Bain auch nur dazu, nochmals zu bestätigen, daß die lebenden Gewebe mit größerer Promptheit und Lebhaftigkeit reagieren und längere Zeit aushalten, wenn sie sich in einem besseren chemisch-physikalischen Zustande befinden — genau so wie irgend ein physikalisch-chemischer Apparat, sei es eine elektrische Batterie oder eine Lokomotive.

6. »Die Vermehrung der Energie und die damit korrespondierende Reaktionserhöhung, welche bei erregten Individuen beobachtet werden.« Für den Physiologen ist dieses Argument nur eine wenig modifizierte Wiederholung des Vorhergegangenen, und der Autor selbst gesteht dies unabsichtlich ein, denn er fügt hinzu: »Der physische Teil der in Rede stehenden Erscheinung ist ein vermehrter Blutzufluß zum Gehirn.« Wenn das Gehirn die Materialien, welche dazu bestimmt sind, infolge seiner Thätigkeit von ihm konsumiert zu werden, in größerer Quantität erhält, so ist durchaus kein Grund vorhanden, über die Vergrößerung seiner funktionellen Energie zu erstaunen, welche doch nur das Resultat der vergrößerten Erregung ist; wir finden ganz genau dasselbe Verhalten bei allen Organen, bei allen Geweben. Sobald wir aber eine so evidente physische, materielle Ursache vor uns haben, ist es unnütz, von »Spontaneität« zu sprechen, ausgenommen man wollte die Absonderung eines Stoffes annehmen, dem man diesen Namen gäbe.

7. »Das Mißverhältnis und selbst das umgekehrte Verhältnis, welches sich zuweilen zwischen der Sensibilität und der Aktivität zeigt.« Dies Argument hat Bain sehr schwach entwickelt; man möchte fast sagen, daß er sich unbehaglich fühlt und sich mit einigen allgemeinen Behauptungen begnügt, um den Widerspruch nicht gar zu deutlich hervortreten zu lassen, der zwischen dieser paradoxen Behauptung und der physischen Erklärung vorhanden ist, welche er selbst von der Genesis der Energie, die er ganz uneigentlich »eine spontane« nennt, erst kurz vorher gegeben.

Obgleich es mir unmöglich ist, hier eine vollständige Besprechung dieses Punktes vorzunehmen, so kann ich dennoch nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß dieses siebente Argument von Bain zweierlei in sich schließt: die Annahme des allgemeinen Satzes, nach welchem dieselben Ursachen verschiedenartige Wirkungen hervorzu-

bringen vermögen, und die Anwendung dieses Satzes in dem speziellen Falle, daß die Lebewesen auf dieselben Einflüsse, welche die Außenwelt auf sie ausübt, verschiedenartig reagieren können. Diese allgemeine These aber ist absolut nicht zu rechtfertigen: was bedeutet in Wahrheit eine Verschiedenheit oder eine Disproportion von Wirkungen, die derselben Ursache entspringen? Ist dies nicht einfach eine Absurdität? Ein Funke kann ohne Zweifel verlöschen, ohne eine andere Wirkung hervorzubringen als die augenblickliche Ausstrahlung von Licht und Wärme, welche die Verbrennung begleiten; er kann eine Rakete zur Unterhaltung einer Abendgesellschaft entzünden, er kann endlich seinen Verbrennungszustand Pulverfässern oder einer Quantität Dynamit mitteilen, die eine Fregatte oder eine Redoute in die Luft sprengen, oder einer Mine, welche dadurch das Innere eines Berges einer neuen Eisenbahn öffnet. Aber es handelt sich hier immer nur um eine rein abstrakte Möglichkeit; das bedeutet, daß der Funke, je nach den Bedingungen und Umständen, in welchen er oder die von ihm getroffenen Körper sich befinden, diese oder jene Wirkung hervorbringen wird. Und was sind die Bedingungen und Umstände, welche irgend eine Erscheinung veranlassen, anderes als eben die Ursache oder der Komplex von Ursachen, dessen Wirkung die betreffende Erscheinung ist; und einzig deshalb, weil wir in den besonderen Fällen nicht wissen, welcher Kausalkomplex stattfinden und das hervorrufen wird, was wir als die Wirkung des ersten Ausgangspunktes betrachten — können wir von einer »Möglichkeit verschiedener Wirkungen« sprechen oder von »Wirkungen, welche zu ihrer Ursache in keinem richtigen Verhältnisse stehen«. Das widerspricht aber durchaus nicht der Thatsache, daß in jedem besonderen Falle, ohne jede Ausnahme, die wirklich stattfindende Wirkung die einzig mögliche und die dem Kausalkomplex einzig proportionierte ist. In unserem Falle, bei den Manifestationen der Lebewesen, darf nicht übersehen werden, daß die Aktivität der Nervenzentren wesentlich eben explosiver Natur ist: die Elemente dieser Zentren sind bis zum höchsten Grade mit einer Maximaldosis von latenter Kraft geladen, welche bereit ist, infolge des geringfügigsten Impulses, er mag herrühren woher er wolle, sich zu entladen; aber jede Explosion, jede plötzliche Entladung von Nervenkraft findet inmitten einer solchen Komplikation von Umständen statt, daß es uns in der großen Mehrzahl der besonderen Fälle unmöglich ist vorherzusehen, welche Richtung die zentrale Erschütterung infolge der Menge von verborgenen Bedingungen nehmen wird. Dies ist der Grund, warum wir uns die abstrakte Vorstellung von der Möglichkeit verschiedener Endresultate bilden, während in Wirklichkeit stets nur ein einziges Endresultat möglich ist.

Jetzt möchte ich den Leser bitten, über folgendes Beispiel nachzudenken:

In einer Menschenmenge ereignet sich irgend ein Unglück; einige Personen fliehen erschreckt, andere eilen zur Hilfe der Verwundeten herbei; wieder andere fallen in Ohnmacht oder bleiben bewegungslos, wie versteinert durch das ihren Augen sich darbietende schreckliche Schau-

spiel; ein Mann endlich, nicht weniger erschüttert als die anderen, aber mehr überlegenden Charakters, überläßt sich philosophischen Betrachtungen über den Lauf menschlicher Geschicke. Kann nun in einem solchen Falle wirklich von einem »Mißverhältnis zwischen Ursache und Wirkungen« die Rede sein, oder müßte man das nicht vielmehr als eine Verschiedenartigkeit der Wirkungen im Verhältnisse zu der Verschiedenartigkeit des Kausalkomplexes bezeichnen? Wovon hängt es denn thatsächlich in letzter Linie ab, daß irgend ein Organismus so oder anders auf irgend einen Eindruck reagiert, wenn nicht von seiner individuellen Organisation? Das Individuum ist einer der Faktoren des Kausalkomplexes, welcher zu der Wirkung führt, die wir in diesem Falle Reaktion (oder Handlung) nennen; es ist sogar der Hauptfaktor, derjenige, von dem Alles abhängt: die Realisierung und die Modalität der Wirkung. Die eine sowohl wie die andere entstammen nur seiner inneren Natur, die eine sowohl wie die andere sind eigentümliche Manifestationen aus dem allmächtigen Grunde, daß sie in einem eigentümlichen Medium stattfinden, welches in diesem Falle eben diese bestimmte Persönlichkeit ist. Verschiedene Individuen aber unterscheiden sich voneinander eben und nur durch die Eigentümlichkeiten ihrer Organisation, von denen ja auch ihre psychischen, moralischen und intellektuellen Eigenschaften, das heißt ihr Charakter und ihre Intelligenz, abhängen.

In diesem Abschnitte haben wir nachgewiesen:

1. daß die Spontaneität in dem Sinne einer von dem Organismus erschaffenen Energie, welche weder materielle noch dynamische Antezedenzien hat, ein von der Wissenschaft zurückzuweisender Unsinn ist.

2. Daß das Wort Spontaneität, als phonetisches oder graphisches Zeichen, welches dazu bestimmt ist, die Quelle jeder Manifestation zu benennen, die als Bedingung eine innere Thätigkeit in sich einschließt, ein so vager und dehnbarer Ausdruck ist, daß er keinerlei präzise Bedeutung mehr enthält. Denn derartig definiert läßt er sich auf jedes spezielle Aggregat anwenden, welches eigentümliche Wirkungen erzeugt, ob dies nun ein organisches oder unorganisches Aggregat sein möge, Menschenhirn, Lokomotive, elektrische Batterie, Sonne oder Leuchtkäfer.

3. Daß das Wort Spontaneität, wenn es nichts anderes bezeichnet als die aus einem Komplexe organischer Bedingungen entspringende Quelle einer Thätigkeit, welche diese Thätigkeit energischer, beschleunigter, wirksamer machen, ein bequem zu gebrauchender Ausdruck ist, der aber nichts anderes bezeichnet als einen vorzüglichen Ernährungszustand des thätigen Organs oder Organismus, der aber durchaus nichts in sich einschließt, das einer sogenannten »Schöpfung« von Bewegung oder Energie, oder einer vermeintlichen Disproportion zwischen den Ursachen und deren Wirkungen.

4. Wird endlich unter Spontaneität das zusammengehörige Ganze von individuellen, angebornen oder erworbenen, dauernden oder vorübergehenden Eigentümlichkeiten der Organisation verstanden, welche der Reaktion des Organismus in besonderen Fällen die individuelle Prägung verleihen, dann mag dieser Ausdruck sehr nützlich sein, um die hauptsächlichsten wirklichen Faktoren der scheinbaren Verschieden-

artigkeit der Reaktion, gegenüber den auch nur scheinbar gleichen äußeren Eindrücken, zu bezeichnen.

Dies ist die einzige wissenschaftliche Definition, welche wir von diesem Worte gelten lassen können — dies ist auch der Sinn, der ihm untergelegt werden muß, wenn man die Freiheit als eine Entwickelung der Spontaneität betrachten will, denn vom wissenschaftlichen Standpunkte heißt Freiheit nichts anderes als den Gesetzen unseres eigenen Wesens ohne Hindernisse folgen zu können.

Dieser letzte Satz enthält im Keime das psychologische Korollarium, welches dem biologischen hätte folgen sollen; nun werde ich aber durch den unerwarteten Winterschlaf des »Kosmos« gezwungen, meine Auseinandersetzung hier zu unterbrechen; mit Bedauern nehme ich von ihm und vom Leser Abschied.

Über die geschlechtliche Fortpflanzung der Einzelligen und besonders der Infusorien.

Von

Dr. **Eugen Korschelt**, Privatdozent in Freiburg i. Br.

(Mit mehreren Holzschnitten.)

Als geschlechtliche Fortpflanzung bezeichnen wir die Vereinigung zweier Angehörigen ein und derselben Tier- oder Pflanzenspezies zur Hervorbringung eines neuen Organismus ihrer Art. Das Zusammenwirken der beiden (elterlichen) Organismen geschieht dabei in der Weise, daß jeder von ihnen einen bestimmten Teil seines Körpers abgibt, der Vater die Samenzelle, die Mutter das Ei. Die Verschmelzung oder Berührung dieser beiden Teilstücke des elterlichen Körpers repräsentiert den Akt der Befruchtung. Die letztere kann im Innern oder außerhalb des mütterlichen Körpers vor sich gehen. Ihr Resultat ist die Entwickelung eines Embryos, eines neuen Organismus, welcher im Laufe seiner Ausbildung Gestalt und Umfang des Körpers seiner Eltern erreicht, vorausgesetzt, daß die Entwickelung nicht mit einem Generationswechsel verbunden ist. Doch auch in diesem Falle ist das Resultat der geschlechtlichen Fortpflanzung ein Individuum, welches eine gewisse Höhe der Ausbildung erreicht, nur mit dem Unterschiede, daß es dem Elternpaar in seiner Gestaltung nicht gleicht. Früher oder später wird aber auch von diesem Individuum oder vielmehr von seinen auf ungeschlechtlichem Wege

erzeugten Nachkommen die Gestalt des ursprünglichen Organismus wieder erreicht.

Die geschlechtliche Fortpflanzung, deren Wesen ich durch Vorstehendes in kurzem charakterisierte, findet sich in der gesamten Organismenwelt verbreitet. Sie ist in allen Hauptabteilungen des Tier- und Pflanzenreichs vertreten, von der höchstentwickelten herab bis zu der am niedrigsten stehenden. Naturgemäß zeigt sie aber, entsprechend der weitgehenden Differenzierung der einzelnen Gruppen, eine große Verschiedenheit in der Art, wie sie zur Erscheinung kommt.

Wer würde ohne Kenntnis der Übergänge und Zwischenstufen den Befruchtungsvorgang der Phanerogamen mit dem der Kryptogamen vergleichen wollen? Dort als männlicher Zeugungsstoff das Pollenkorn, welches, auf die Narbe gelangt, den Pollenschlauch aus sich hervorkeimen läßt, der dann langsam vordringend das Gewebe des Pistills durchbohren muß, um das im Fruchtknoten lagernde Ei zu erreichen und damit die Befruchtung zu bewerkstelligen. Bei vielen Kryptogamen hingegen finden wir als männliches Geschlechtsprodukt das frei umherschwärmende Spermatozoid, welches mittels eigener Bewegung das im weiblichen Organ lagernde Ei aufsucht und an ihm die Befruchtung vollzieht.

Wie große Verschiedenheit zeigt die geschlechtliche Fortpflanzung auch sonst noch im Tier- und Pflanzenreich, zumal wenn man die Gestalt und Größe der Eier- und Samenelemente in Betracht zieht! Doch ist hier nicht der Ort, auf alle diese Verhältnisse einzugehen, da wir uns ja nur mit der geschlechtlichen Fortpflanzung einer bestimmten Gruppe beschäftigen wollen. Werfen wir nur noch einen Blick auf die übrigen Vermehrungsweisen der Organismen.

Der geschlechtlichen steht die ungeschlechtliche Fortpflanzung gegenüber, deren man verschiedene Arten kennt.

Eine Fortpflanzung auf ungeschlechtlichem Wege ist z. B. der Akt einer bloßen Teilung des Tier- oder Pflanzenkörpers. Die Fortpflanzung durch Teilung repräsentiert die einfache Art der Vermehrung. Sie findet sich am meisten verbreitet bei den ja verhältnismäßig niedrig organisierten einzelligen Tieren und sie besteht darin, daß sich der Körper des Tieres einfach in zwei Hälften teilt, von denen jede das, was ihr etwa an der Organisation des Muttertiers fehlt, in Bälde durch Neubildung ersetzt. Im ganzen sind aber die beiden Tochterindividuen der Mutter sehr ähnlich, da sie ja eben zwei Hälften von ihr darstellen. Schon viel weniger ist dies der Fall bei der Fortpflanzungsart, welche man als Knospung oder Sprossung bezeichnet und welche darin besteht, daß am Körper des Muttertiers ein oder mehrere Tochterindividuen hervorwachsen. Eine anfangs unbedeutende Verdickung am Körper bezeichnet die Stelle, wo sich das neue Individuum bilden wird. Mehr und mehr erhebt sich die Verdickung über die Oberfläche des Körpers, bis die »Knospe« allmählich die Gestaltung des Muttertiers erreicht, von dem es sich schließlich nur durch die geringere Größe unterscheidet. Das durch Knospung entstandene Individuum kann sich vom Muttertier loslösen oder aber es kann mit ihm verbunden bleiben. In letzterem Falle wird bei fortgesetzter Vermehrung durch Knospung aus dem soli-

tären Muttertier eine Kolonie von Individuen, ein sog. Tierstock entstehen. Solche Stöcke kennen wir von den sog. Pflanzentieren, von Schwämmen und Korallen, Moostierchen und Mantelträgern.

Eine dritte und noch verwickeltere Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung ist die durch Bildung von sog. Keimkörnern, wie sie bei Schwämmen und Moostierchen beobachtet worden ist. Diese Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung charakterisiert sich dadurch, daß im Innern des Tierkörpers eine Anzahl von Zellen zur Sonderung gelangt und von einer festen kieseligen oder chitinösen Hülle umgeben wird. Dadurch ist ein Fortpflanzungskörper gebildet, welcher, durch Absterben und Zerfall des Muttertiers nach außen gelangt, ein Ruhestadium durchmacht und sich sodann nach Platzen der Hülle und Austreten des zelligen Inhalts zu einem dem Muttertier ähnlichen Individuum entwickelt.

Dies würden kurz charakterisiert die Hauptarten der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sein. Wie vielfach dieselben auch in der Tierwelt vertreten sind, so erreichen sie doch bei weitem nicht den Verbreitungsgrad der geschlechtlichen Fortpflanzung und ausserdem kehrt die allergrößte Mehrzahl der Tiere, welche sich auf ungeschlechtlichem Wege vermehren, nach einer gewissen Zeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung zurück. Es scheint daraus hervorzugehen, daß auch für die Tiere, welche sich ungeschlechtlich fortzupflanzen vermögen, dennoch eine Periode der geschlechtlichen Fortpflanzung nicht zu entbehren ist und daß diese letztere demnach von gewissem Vorteil für die Tiere sein muß. Wir werden auf diesen Punkt noch zurückzukommen haben.

Ich betonte schon oben, daß die geschlechtliche Fortpflanzung wie bei den höchsten, so auch bei den niedrigst organisierten Wesen anzutreffen ist, und so finden wir sie auch bei den einzelligen Tieren, oder sagen wir besser bei den einzelligen Organismen, denn einige dieser Gruppen von Lebewesen werden ja noch heute sowohl durch die Botaniker wie durch die Zoologen in Anspruch genommen. Man vermag sich nicht darüber zu einigen, ob sie pflanzlicher oder tierischer Natur sind und stellt sie am besten zwischen Tier- und Pflanzenreich in die Mitte, da sie zu beiden Beziehungen haben. Ich habe hier zumal die Kolonien der Volvocineen im Auge, die sich aus einer Anzahl einzelliger und durch Plasmabrücken miteinander verbundener Individuen von Flagellatenform zusammensetzen. Jedes Individuum besitzt zwei Geißeln, mit denen es schlagende Bewegungen ausführt und dadurch die ganze Kolonie in kreiselnde Bewegung versetzt.

Während sich die genannten Organismen für gewöhnlich durch Teilung, also auf ungeschlechtlichem Wege, vermehren, treten zu gewissen Zeiten innerhalb der Kolonie Zellgruppen auf, welche in bestimmter Weise vor den übrigen Zellen der Kolonie ausgezeichnet sind. Bei *Volvox* z. B. entstehen in der Mutterkolonie größere Zellen, die sich durch Teilung in ein Bündel von Zellen verwandeln, welche die Form besitzen, wie sie in den umstehenden Abbildungen dargestellt ist. Daneben entwickeln sich noch andere Zellen, die sich besonders durch ihre Größe auszeichnen. Sie bleiben ungeteilt, und während den ersterwähnten länglichen, geißeltragenden Zellen die Funktion von Spermatozoen zukommt, repräsen-

tieren sie die »Eier« des *Volvox*. Es geht dies unzweifelhaft aus dem Verhalten der beiderlei Zellenelemente hervor. Die Bündel der Spermatozoiden, wie man die länglichen Zellen bezeichnet, werden frei, indem ihre Hülle platzt, sie gelangen nach außen und suchen die Eizellen auf, in welche sie eindringen. Ein ganz unzweifelhafter Akt der Befruchtung, der sich kaum im wesentlichen von dem Befruchtungsvorgang bei den höheren Tieren unterscheidet.

Fig. 1. Spermatozoiden von *Volvox globator*. (Nach Stein.)

Das unmittelbare Resultat der Befruchtung der Eizelle von *Volvox* ist die Bildung einer sog. Dauerspore. Das Ei umgibt sich nämlich mit einer doppelten Haut von ziemlicher Konsistenz. Die so gebildete Spore macht einen längeren Ruhezustand durch. Nach Zerfall des mütterlichen Organismus gelangt sie auf den Boden des betr. Gewässers, in welchem die Volvoxkolonie lebte. Hier verbleibt sie bis zum nächsten Frühjahr, zu welcher Zeit sich durch fortgesetzte Teilung ihres Inhalts eine neue Volvoxkolonie aus ihr entwickelt.

Es tritt uns also, wie wir sehen, bei diesen so nieder organisierten Lebewesen bereits die geschlechtliche Fortpflanzung in regelrechter Weise entgegen: Befruchtung eines Eies durch ein Spermatozoon und Entwickelung des befruchteten Eies zu einem neuen, dem elterlichen ähnlichen Organismus.

Minder in die Augen fallend, aber doch nicht zu verkennen, ist die Übereinstimmung der Fortpflanzungsweise einer anderen Volvocinee mit der geschlechtlichen Fortpflanzung der höheren Tiere. Ich meine die bekannte *Pandorina*, ebenfalls eine Kolonie einzelliger, geißeltragender Organismen. — Bei *Pandorina* ist die Differenzierung der sich vereinigenden Zellen eine weniger bedeutende. Es treten nämlich dort zwei Zellen zusammen, die beide frei umherschwärmen und beide den Zellen der mütterlichen Kolonie gleichen. Nur die Größe der beiden Schwärmer ist verschieden, wie die Figur 2 A erkennen läßt. Aus der Fig. 2 B ersieht man weiter den Vorgang der Kopulation beider Schwärmer. Dieselben vereinigen sich in der Weise, daß sie mit ihren Vorderenden zusammenstoßen. Dann fließen sie ineinander und man hat scheinbar nur noch ein Individuum mit vier Geißeln vor sich (Fig. 2 C). Diese Kugel umgibt sich nach Einziehung ihrer Geißel mit einer Hülle und wird zu einer sog. Zygospore, d. h. einer Zelle, welche einen Ruhezustand durchmacht und sodann in einige Teilstücke zerfällt. Diese letzteren bilden sich zu Schwärmern aus, welche späterhin eine neue Kolonie der *Pandorina* gründen, indem sie sich durch Teilung vermehren. Die neu entstandenen Zellen

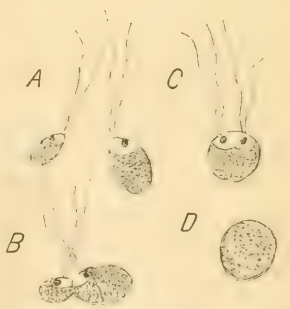


Fig. 2. *Pandorina Morum*. *A*. Cilientragende und mit Augenfleck versehene Schwärmer von verschiedener Grösse. *B* und *C*. Paarung und Verschmelzung der Schwärmer. *D*. Zygospore. (Aus Sachs: Lehrbuch der Botanik.)

bleiben in einer Gallerthülle vereinigt und eine gewiße Anzahl von ihnen bildet die Kolonie der *Pandorina*.

Mit der geschlechtlichen Fortpflanzung, wie ich sie soeben von *Pandorina* geschildert, dürfte sehr wahrscheinlicher Weise die Vermehrung der Radiolarien übereinstimmen, wie sie uns durch die ausgezeichneten Untersuchungen von Richard Hertwig[1] und Karl Brandt[2] bekannt gemacht worden ist. Die Radiolarien bilden nämlich ähnlich wie die *Pandorina* größere und kleinere Schwärmer, Makro- und Mikrosporen, welche im Innern der Zentralkapsel des Muttertiers entstehen. Nebenstehende Abbildung zeigt einige dieser Schwärmer. Je zwei der nebeneinander stehenden gehören zusammen und stellen die Makro- und Mikrosporen einer und derselben Art dar. Wenn auch eine Kopulation der Makro- und Mikrosporen bisher nicht beobachtet werden konnte, so ist doch mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, daß eine solche wirklich stattfindet und daß sich aus dem Produkt der Vereinigung beider Sporen früher oder später ein neuer Radiolarien-Organismus entwickelt. Auch dieser Vorgang würde sodann einer geschlechtlichen Fortpflanzung entsprechen.

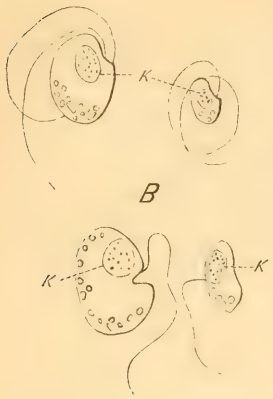


Fig. 3. Anisosporen (Makro- und Mikrosporen) der Radiolarien. *A.* Von *Collozoum inerme*. *B.* Von *Sphaerozoum Haeckelii*. *K.* Kern. (Nach Karl Brandt.)

Ähnliche Konjugationserscheinungen, wie man dieses Zusammentreten zweier einzelliger Organismen nennt, sind auch in anderen Abteilungen der Protozoen oder einzelligen Tiere beobachtet. So weiß man von den Gregarinen, einzelligen Tieren, welche parasitisch in inneren Organen anderer Tiere leben, daß sie sich zu je zwei zusammenlegen, eine Hülle ausscheiden und schließlich in eine Anzahl von Teilstücken zerfallen, aus welchen nach einer ziemlich komplizierten Entwickelung junge Gregarinen hervorgehen. Auch diesen Vorgang wird man berechtigt sein, als einen Akt geschlechtlicher Fortpflanzung aufzufassen. Bemerkenswert ist dabei nur, daß hier nicht wie bei den Volvocineen und Radiolarien Sprößlinge des elterlichen Körpers die Konjugation vornehmen, sondern daß sich die ganze Körpermasse der beiden Tiere in der Konjugation vereinigt.

So ließen sich in dem umfangreichen Gebiet der Einzelligen noch mannigfache Fälle von Konjugation namhaft machen, doch kann ich hier nicht alle aufzählen, sondern möchte nur einen von ihnen etwas näher betrachten, weil er gerade in letzter Zeit eine eingehende Untersuchung erfahren hat und dadurch in einem neuen Lichte erscheint. Es ist dies die Konjugation der Infusorien.

---

[1] R. Hertwig: 1) Zur Histologie der Radiolarien. Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Sphärozoiden und Thalassicolliden. Leipzig 1876. 2) Der Organismus der Radiolarien. Jenaische Denkschr. II, 3. 1879.

[2] K. Brandt: Kolonienbildende Radiolarien (Sphaerozoëen). XIII. Monographie (Fauna und Flora des Golfes von Neapel).

Bei der Beobachtung von Infusorien bemerkt man zuweilen und zumal dann, wenn sie in größerer Menge auftreten, daß sich zwei Angehörige einer und derselben Art zusammenlegen und fest aneinander haftend umherschwimmen. Nebenstehende Abbildung zeigt eine solche Vereinigung zweier Infusorien. Die beiden Tiere haben sich der Länge nach aneinandergelegt und sind mit ihrem Vorderteil verschmolzen. In diesem Zustand sieht man die Tiere lange im Wasser umherschwimmen.

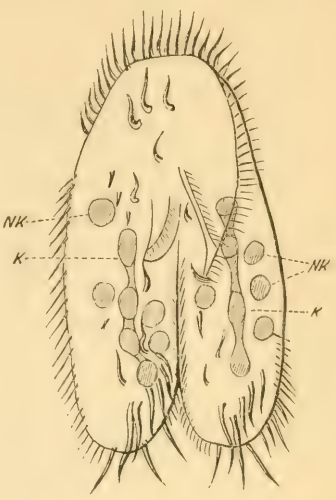


Fig. 4. Zwei Individuen von *Stylonychia mytilus* in Konjugation. (Nach Balbiani.) *K.* Kern. *NK.* Nebenkern. (Aus Claus: Lehrbuch der Zoologie.)

Solche Konjugationszustände der Infusorien sind schon vor langer Zeit beobachtet worden. Bereits im vorigen Jahrhundert kannte man sie und deutete sie auf verschiedene Art. Während sie die einen für eine »Paarung« der Infusorien erklärten, hielt man sie von anderer Seite für »Kämpfe, welche sich die Tierchen untereinander lieferten und sich dabei wohl so fest ineinander verbissen, daß sie stundenlang zusammen blieben«[1]. Im allgemeinen war die Ansicht, welche die Doppeltiere für gepaarte Tiere erklärte, die herrschende, bis sich später die Meinung geltend machte, daß dieser Zustand vielmehr einer ungeschlechtlichen Vermehrung der Tiere seine Entstehung verdanke. Man glaubte nämlich, daß sich das Tier wie der Quere nach auch in der Längsrichtung zu teilen vermöge, so also, daß die Teilungsebene in die Längsachse des Tieres fiele. Indem nun die beiden Hälften, welche solchergestalt aus einem Infusorium hervorgegangen sind, sich nicht so bald trennen, sondern noch eine Zeit verbunden bleiben, resultiert die Form eines Doppeltiers, wie es die Figur 4 darstellt.

Der zuletzt geschilderten Ansicht trat vor allem der französische Forscher Balbiani entgegen, indem er nachwies, daß die Doppeltiere durch Vereinigung zweier Individuen entstehen. Diese Vereinigung nun deutete er als geschlechtliche Fortpflanzung, eine Meinung, die um so mehr Anklang finden mußte, als andere Forscher im Innern des Infusorienkörpers Spermatozoen und Eizellen gefunden haben wollten, Zeugungsstoffe, welche bei der Konjugation in Wirksamkeit zu treten hätten. Ja man hatte sogar eine Bildung von Embryonen im Körper der Infusorien nachgewiesen, wodurch also das Resultat der Konjugation zweier Tiere ohne weiteres vorzuliegen schien. Es hatte bei der Konjugation eine Befruchtung stattgefunden und ihre Folge war die Ent-

[1] Vgl. Bütschli's Schilderung der Konjugationserscheinungen bei den Infusorien in seiner Schrift: „Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Konjugation der Infusorien." Abhandlungen der Senckenberg. Naturforsch.-Gesellsch. zu Frankfurt a. M. Bd. X, 1876, pag. 262.

wickelung von Embryonen im mütterlichen Körper. Als Träger der Zeugungsstoffe sah man den Kern und Nebenkern der Infusorien an und zwar betrachtete man ersteren als das weibliche, letzteren als das männliche Geschlechtsorgan der Infusorien.

Wenn man einer solchen Ansicht von der Fortpflanzung der Infusorien huldigte, so erklärte man letztere damit für mehrzellige Tiere, denn ein Tier, welches im Innern eines Körpers Spermatozoen und Eizellen erzeugt, besteht notwendigerweise aus mehr als einer Zelle, sei es auch nur zur Zeit der Geschlechtsreife, wo die Produktion der Zeugungsstoffe stattfindet. Und so hielten denn auch wirklich zwei bedeutende Gelehrte auf dem Gebiete der Protozoenforschung, Claparède und Lachmann, die Infusorien für mehrzellige Tiere, welche vielleicht den Cölenteraten oder den Turbellarien (Strudelwürmern) anzureihen seien.

Während Stein, einer der genauesten Kenner der Infusorien, lange an der Ansicht festhielt, daß sich die Infusorien auf geschlechtlichem Wege fortpflanzten und dann in ihrem Inneren Embryonen erzeugten, erklärte Balbiani die vermeintlichen Embryonen für kleine, im Innern der betr. Tiere parasitisch lebende Infusorien. Sie gehören nach ihm der Gruppe der Acineten, einer mit Saugfüßchen versehenen Infusoriengattung an. Nach Balbiani's Meinung findet zwar durch die Konjugation eine Befruchtung statt, aber die befruchteten »Eier« werden nach außen abgelegt.

So standen die Kenntnisse von der Fortpflanzungsweise der Infusorien im wesentlichen, als Bütschli seine umfassenden Untersuchungen über die Konjugationserscheinungen anstellte[1]. Diese führten zu dem Resultat, daß die Konjugation der Infusorien wohl mit der geschlechtlichen Fortpflanzung der Metazoen verglichen werden könne, daß sie aber nicht, wie man bisher geglaubt hatte, ein Geschlechtsakt sei, welcher eine eigentliche Befruchtung und die Entwickelung eines Embryos zur Folge habe. Bütschli hält die Konjugation für eine »Verjüngung« der beiden sich vereinenden Tiere. — Man hatte beobachtet, daß es immer besonders kleine Individuen sind, welche sich konjugieren. Aus dieser Beobachtung schließt Bütschli, daß diese Tiere die letzten Glieder einer langen Reihe von Generationen sind, welche durch Teilung auseinander hervorgingen. Diese Tiere dürften nun schließlich die Fähigkeit verloren haben, sich auf ungeschlechtlichem Wege noch weiter fortzupflanzen. Auch von den auf ungeschlechtlichem oder auf parthenogenetischem Wege (durch Jungfernzeugung) sich fortpflanzenden Metazoen ist es bekannt, daß nach Verlauf einer gewissen Zeit die geschlechtliche Fortpflanzung wieder eintritt. Auf eine Anzahl ungeschlechtlich erzeugter Generationen folgt schließlich wieder eine geschlechtliche. Es scheint dies für das Bestehen der Art notwendig zu sein.

So auch bei den Infusorien. Bütschli glaubt, daß gewissermaßen die Lebenskraft der Art nach einer längeren Reihe von

[1] „Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Konjugation der Infusorien.“ Abhandl. der Senckenberg. Gesellsch. 1876, Bd. X

ungeschlechtlich sich vermehrenden Generationen erschöpft sei und daß dann durch Eintreten der Konjugation, welche der geschlechtlichen Fortpflanzung entspricht, eine Verjüngung eintrete. Diese Verjüngung des Körpers äußert sich bei vielen Infusorien auch dem Auge erkenntlich durch Auflösung und Neubildung äußerer und innerer Körperteile.

Eine Folge der Konjugation ist, daß die konjugiert gewesenen Infusorien nunmehr wieder eine Anzahl von Teilungen durchlaufen können, bis schließlich abermals eine Konjugation einzutreten hat. Die Reihe der durch Teilung entstandenen Generationen vergleicht Bütschli mit den aufeinander folgenden Teilungsstadien der befruchteten Eizelle. Es würde also die Summe aller Einzelindividuen dieser Generationen mit dem fertigen Organismus zu vergleichen sein, welcher im Laufe der Entwickelung aus der Eizelle hervorgegangen ist.

Zu ganz ähnlichen Resultaten wie Bütschli kam Engelmann, welcher ungefähr zu der gleichen Zeit Untersuchungen über die Konjugation der Infusorien anstellte [1]. Auch er widersprach der Ansicht, daß Kern und Nebenkern als keimbereitende Organe zu deuten seien. »Die Konjugation der Infusorien leitet daher nicht zu einer Fortpflanzung durch »Eier«, »Embryonalkugeln« oder irgend welche andere Keime, sondern zu einem eigentümlichen Entwickelungsprozeß der konjugierten Individuen, den man als Reorganisation bezeichnen kann.«

Die Reorganisation kann nach Engelmann eine totale sein und zu einer wahren »Verjüngung oder Umprägung« des ganzen Körpers führen, welche sich dadurch äußert, daß im »Rahmen des alten Individuums ein neues angelegt wird«. Wir erkennen, daß diese Auffassung mit der Bütschli's eine große Übereinstimmung zeigt. Über die Bedeutung der Konjugation vermutet Engelmann, daß sie der Art irgend einen Vorteil im Kampf ums Dasein bringe.

Erwähnen möchte ich noch, daß Engelmann in gewisser Beziehung an der Auffassung des Nucleolus als männliches und des Nucleus als weibliches Geschlechtselement festhält. Er glaubt nämlich, daß der Nucleolus eine gewisse Einwirkung auf die zerfallende Substanz des Nucleus ausübe, deren Folge der Wiederaufbau des Nucleus ist. Indem sich der Nucleus hierbei mehr passiv verhält, schreibt Engelmann diesem die Bedeutung des weiblichen Geschlechtselements und dem Nucleolus die des männlichen zu, ohne daß er damit sagen will, daß dem Nucleolus ausschließlich die Rolle der Befruchtung zukäme. Auch das Zellplasma des Infusorienleibes selbst kann nach ihm eine befruchtende Wirkung haben, da die Veränderungen am Körper, welche die Reorganisation einleiten, bereits vor »Austausch und Auflösung« der Nucleoli beginnen.

Diejenigen Infusorien, welche neben dem eigentlichen Kern (Nucleus) noch einen Nebenkern (Nucleolus) besitzen, spricht Engelmann direkt als Hermaphroditen an. Ihre Konjugation ist eine geschlechtliche Vereinigung. —

[1] „Über Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien." Morphologisches Jahrbuch Bd. I.

Die Ähnlichkeit der Konjugation mit einem Befruchtungsakt, d. h. mit der Vereinigung von Eizelle und Spermatozoon wird durch die Art ihres Vollzugs, wie man sie z. B. bei den Vorticellinen findet, noch erhöht. Bei *Vorticella* nämlich vereinigt sich ein kleines, frei umherschwärmendes Individuum mit einem festsitzenden[1] größeren derselben Art und verschmilzt allmählich völlig mit dessen Körpersubstanz. Beide Individuen trennen sich nicht wieder, sondern bleiben beständig vereinigt. Wie Bütschli hervorhob, ist die große Übereinstimmung dieses Vorgangs mit einer Befruchtung nicht zu verkennen. Das größere Individuum entspricht dem weiblichen, das kleinere dem männlichen Element. Indem dieses in jenem aufgeht, ist der Akt der »Befruchtung« gegeben. Das »Spermatozoon« bleibt mit dem »Ei« vereinigt und die später folgende Teilung des »befruchteten Eies« entspricht dem ersten Furchungsstadium des Metazoons.

Bei dem Vorgang der Konjugation war es besonders das Verhalten der Kerne und Nebenkerne, welches die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich zog, wie wir schon oben sahen. Diese Teile des Körpers hielt man ja für die Träger der männlichen und weiblichen Potentialität. Und selbst als man diese Ansicht aufgegeben hatte, sah man in ihnen doch noch diejenigen Teile des Infusorienkörpers, durch deren Verhalten man am ersten Aufklärung über die Bedeutung der Konjugation erhalten könnte. Bütschli schenkte ihnen die eingehendste Beachtung und erforschte auf das Genaueste ihre Struktur. Besonders den Nebenkernen glaubte er eine größere Bedeutung zuschreiben zu müssen. Was er vermutet hatte, was zu beobachten ihm aber nicht gelungen war, nämlich ein Austausch der Nebenkerne zwischen den beiden sich konjugierenden Individuen, wurde später von Balbiani als sichere Thatsache hingestellt. Balbiani bezeichnet diesen Austausch der Nebenkerne sogar als ein »fait fondamental« bei der Konjugation. Er hat ihn seiner Angabe nach bei mehreren Infusorien (*Paramaecium Aurelia, bursaria* und *putrinum*) beobachtet[2].

Wie Balbiani, glaubte auch ein anderer Forscher, C. F. Jickeli, das Übertreten des Nebenkerns aus einem Individuum der in Konjugation befindlichen Infusorien in das andere gesehen zu haben[3]. Er beschreibt, wie der andringende Nebenkern die Leibeswandung des Infusoriums (*Paramaecium*) vorstülpte, um den Übertritt in das andere Individuum zu bewerkstelligen. Der Übertritt erfolgt in beiden Individuen gleichzeitig, wodurch Zustände erhalten werden, in denen die beiden Nebenkerne kreuzweise übereinander liegen. Ich erwähne diese letztere Beobachtung besonders, weil sie uns später noch von Bedeutung erscheinen wird.

[1] Ich muß hier erläuternd bemerken, daß die Gattung *Vorticella* zu denjenigen Infusorien gehört, deren Körper vermittelst eines langen Stiels einer festen Unterlage aufsitzt.

[2] Les organismes unicellulaires. Leçons faites au Collège de France par le professeur Balbiani. Journal de Micrographie. 6. Année 1882.

[3] Über die Kernverhältnisse der Infusorien. Zoolog. Anzeiger 1884, Nr. 175 und 176.

Ähnlich den Beobachtungen Jickeli's über die Konjugation der Infusorien sind die von Maupas[1], einem französischen Zoologen. Auch er beschreibt den Austausch der Kernkörper von drei Infusorienarten und glaubte ihn bei etwa 20 weiteren Arten konstatieren zu können. Um zu zeigen, wie sicher ihm die Thatsache eines solchen Austausches erscheint, führe ich seine eigenen Worte an: »Le résultat principal de mes recherches est la démonstration rigoureuse de l'échange d'un corpuscule nucléolaire (Nebenkern) entre les deux conjoints et de la reconstitution chez les ex-conjugués d'un nouveau nucleus et d'un nouveau nucléole par les produits de ce corpuscule échangé.« Demnach läßt dieser Forscher also nach dem Austausch der Nebenkerne den neuen Kern und Nebenkern aus dem eingetretenen Nebenkern hervorgehen.

In einer zweiten Mitteilung geht Maupas noch weiter, indem er den von dem einen in das andere der beiden sich konjugierenden Individuen eingetretenen Nebenkern mit einem zweiten Nebenkern des betr. Individuums verschmelzen läßt, so daß dadurch ein neuer Nebenkern von gemischtem Ursprung entsteht.

Die Kernverhältnisse der Infusorien bei der Konjugation haben nun neuerdings durch die interessanten Untersuchungen Gruber's, auf welche ich schon in einem der letzten Hefte dieser Zeitschrift[2] vorläufig hinweisen konnte und welche mich besonders zu dieser Skizze veranlaßten, eine neue Beleuchtung erfahren[3]. Gruber hat in dieser Untersuchung zur Evidenz erwiesen, daß der Austausch der Nebenkerne, welchen die angeführten Forscher als so sicher annahmen, nicht stattfindet, sondern daß die Nebenkerne der beiden Tiere nur gegen einander hinrücken, sich berühren und dass auf diese Weise ein Vorgang sich abspielt, welcher vielleicht der Befruchtung entspricht. Doch ich sehe, daß ich vorgreife, da ich den beachtenswerten Untersuchungen Gruber's eine etwas nähere Betrachtung widmen möchte. Zu diesem Zwecke habe ich in Fig. 5 einige der von Gruber gegebenen Abbildungen kopiert und will an diesen den Vorgang der Kopulation verfolgen.

Das von Gruber beobachtete Infusorium ist *Paramaecium Aurelia*, dasselbe Objekt also, welches auch einigen der früher genannten Forscher zur Untersuchung auf diese Vorgänge diente. Fig. 5 A stellt ein Paar dieser Tiere dar, welches eben in Konjugation getreten ist. Die Tiere liegen mit der ventralen Seite, d. h. der Seite, an welcher sich die Mundöffnung findet, eng aneinander und man sieht die beiden Mundöffnungen (*M*) fest gegen einander gedrückt. Kern (*K*) und Nebenkern (*NK*) finden sich noch in der für die Einzeltiere charakteristischen Lage. Bald aber verändert der Nebenkern seine Stellung, indem er vom Hauptkern wegrückt. Dabei ordnen sich die in seinem Innern enthaltenen Körnchen so an, daß sie parallele Längsreihen bilden. Der ganze Nebenkern zieht sich in die Länge und zeigt an seinen Polen eine Anhäufung von Körn-

[1] „Sur la conjugaison des Infusoires ciliés. I. u. II. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences" 1886.

[2] Über die Teilbarkeit und das Regenerationsvermögen einzelliger Tiere.

[3] A. Gruber: Der Konjugationsprozeß bei *Paramaecium Aurelia*. Berichte der Naturforsch.-Gesellschaft zu Freiburg i. Br. Bd. II, 1886.

chen (Fig. 5 B). Es ist dies dasjenige Stadium, welches früher zu der Vermutung Anlaß gegeben hatte, als seien in dem Nebenkern Spermatozoen enthalten. Und wirklich kann die streifige Struktur des spindelförmigen Nebenkerns einen solchen Irrtum begreiflich erscheinen lassen. In Wahrheit aber hat die Struktur des Nebenkerns diejenige Bedeutung, wie die ähnliche Gestaltung der Kerne gelegentlich der Zellteilung. Sie stellt eine der vorbereitenden Erscheinungen bei der Kernteilung dar.

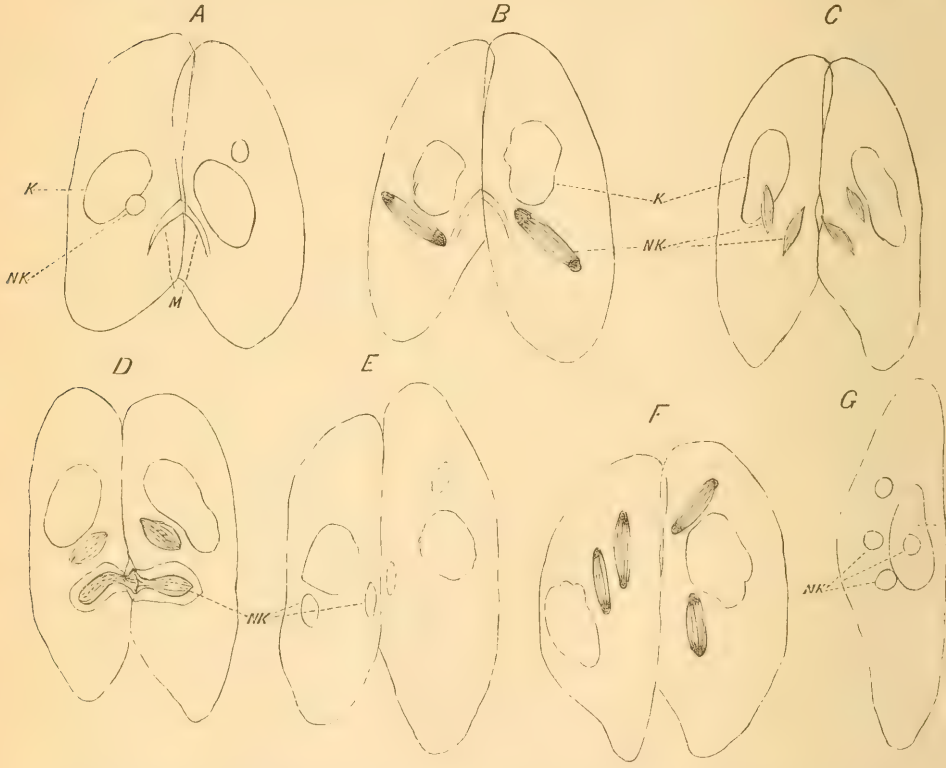


Fig. 5. *A—G.* Konjugation von *Paramaecium Aurelia* (nach A. Gruber). *A.* Beginn der Konjugation: Typische Lage von Kern und Nebenkern; *B.* Teilungsstadium (Spindelform) der zwei Nebenkerne; *C.* Gegeneinanderrücken von je zwei der neuentstandenen Nebenkerne, zum Zweck der Berührung; *D.* Berührung der petschaftförmigen Nebenkerne; *E.* Wegrücken der Nebenkerne von einander; *F.* Teilungsstadium (Spindelform) der vier Nebenkerne; *G.* Isoliertes Individuum nach der Konjugation, mit vier neuentstandenen Nebenkernen, *M.* Mundöffnung, *K.* Kern (Grosskern), *NK.* Nebenkern.

Die Nebenkerne teilen sich nunmehr und jedes Tier enthält ihrer nach vollendeter Teilung zwei (Fig. 5 C). Übrigens behalten die Nebenkerne ihr streifiges Aussehen bei.

Aus Fig. 5 C erkennt man zugleich, wie zwei der Nebenkerne beider Tiere aufeinander losrücken. Während sie anfangs (spindelförmig) an den Enden zugespitzt waren, platten sie sich infolge des Andrängens gegen die Körperwandung ab. Schließlich verliert auch der übrige Teil

des Nebenkerns seine Spindelgestalt, so daß schließlich zwei petschaftförmige Körper entstehen, die sich mit ihrem breiten Ende berühren, wie man dies in der Fig. 5 D erkennt.

Vorher hat sich schon an jedem Individuum eine geringe Ausstülpung der Körperwand gebildet, ein kleiner Hügel, welcher in eine entsprechende Höhlung des zweiten Individuums hineinpaßt (Fig. 5 C). Beide Ausstülpungen liegen bei der Kopulation ganz dicht aneinander. Rücken nun die Nebenkerne in diese Ausstülpung hinein, wie es thatsächlich der Fall ist, so berühren sie sich jedenfalls, und wenn sie auch nicht, wie Gruber anfangs glaubte, mit der ganzen »Platte des Petschafts« aneinanderliegen, so kann wohl dennoch ein Austausch von Substanz zwischen ihnen stattfinden, selbst wenn sie sich sozusagen nur mit der »Kante der Petschaftplatte« berühren.

Nachdem die Berührung der beiderseitigen Nebenkerne einige Zeit gedauert hat, rücken sie wieder von einander weg, wie dies Gruber durch mehrere Abbildungen veranschaulicht, bis man ein solches Bild erhält, wie es die Fig. 5 E darstellt. — Die Nebenkerne haben ihre streifige Struktur verloren.

Gruber glaubt, direkt beobachtet hat er es nicht, daß auch die beiden anderen Nebenkerne sich in entsprechender Weise konjugieren. Die der Vereinigung vorhergehende Teilung hat nach ihm den Zweck einer Oberflächenvergrößerung der Kernsubstanz, welche den gegenseitigen Substanzaustausch erleichtern soll.

Nunmehr ist die Konjugation vollendet. Noch können die Tiere aber vereinigt bleiben und man sieht dann die Nebenkerne, welche vorher homogene, blasse Kugeln darstellen, sich wieder verlängern und die streifige Spindelform annehmen (Fig. 5 F). Es tritt also abermals eine Teilung der Nebenkerne ein, und zwar vermehren sich diese auf vier in jedem Individuum, wie die Fig. 5 G erkennen läßt, welche ein isoliertes Individuum nach der Konjugation darstellt. Die vier Nebenkerne erscheinen hier abermals als kugelförmige Körper von homogener Beschaffenheit. Sie teilen sich auf dieselbe Weise dann nochmals, so daß schließlich acht Derivate des Nebenkerns daraus hervorgehen.

Noch mannigfache Änderungen treten im Körper des Tieres auf, die Gruber genau verfolgt hat. Doch würde es mich zu weit führen, darauf ebenfalls genauer einzugehen. Erwähnen möchte ich nur, daß schließlich der bis dahin erhaltene eigentliche Kern (*K*) des Tieres allmählich zerfällt und daß sich sodann durch Vereinigung von vier der Nebenkernkugeln ein neuer Großkern bildet, während die übrigen vier Kugeln wahrscheinlicherweise zur Bildung eines neuen Nebenkerns zusammentreten. Damit würde dann die definitive Ausbildung des Infusoriums wieder erreicht sein, welches nunmehr von neuem mit Kern und Nebenkern versehen ist.

Den beschriebenen Vorgang der Konjugation deutet nun Gruber direkt als einen Vorgang, welcher der Befruchtung der vielzelligen Organismen entspricht, und er kehrt also damit zu der früher über den Befruchtungsvorgang gültigen Ansicht zurück. In der Befruchtung selbst aber und so auch in der Konjugation der Infusorien

sieht Gruber wie Weismann einen Prozeß, welcher bestimmt ist, zweierlei Keimplasmen zu mischen. Durch die Übertragung des Keimplasmas mit dem Zeugungsstoff (Ei- oder Samenzelle) werden die Eigenschaften der Individuen vom elterlichen Tier auf die Nachkommen vererbt. Das Keimplasma ist also gewissermaßen der Träger der Eigenschaften des Individuums, und indem sich die Keimplasmen zweier Tiere bei der Befruchtung (Kopulation und Konjugation) vermischen, thun dies auch die Eigenschaften der beiden Eltern. Auf dieser Vermischung der Eigenschaften zweier Tiere beruht aber nach Weismann die Variabilität, die ihrerseits wieder die Möglichkeit einer Bildung neuer Arten zur Folge hat[1]. Auf eine solche Vermischung der in den Nebenkernen niedergelegten Keimplasmen führt also Gruber auch die Bedeutung der Konjugation bei den Infusorien zurück.

Über die Funktion und Aufgabe des eigentlichen Kerns (Großkerns) sowie des Nebenkerns spricht Gruber eine Ansicht aus, welche sich auf die Weismann'sche Anschauung von der Konstitution des Eies und der Bedeutung der Befruchtung bezieht. »Der Großkern des Infusoriums ist demnach vorwiegend Träger des histogenen, d. h. desjenigen Plasmas, welches zu den Funktionen des Körpers mit Ausnahme derjenigen der Fortpflanzung in näherer Beziehung steht. Der Nebenkern dagegen enthält nur Keimplasma, Plasma von einer ganz bestimmten Beschaffenheit, welches sich von einer Generation auf die andere überträgt.«

Bei der Konjugation vermischen sich die Keimplasmen beider Individuen durch die Vereinigung der Nebenkerne. Wenn die letzteren sich nach aufgehobener Konjugation geteilt haben, trennen sie sich in zwei Gruppen von vier Kugeln. Die einen werden, ohne zu wachsen, also ohne Substanz aufzunehmen, zum neuen Nebenkern, der somit wieder bloß Keimplasma enthält. Die andern dagegen wachsen stark heran, nehmen das im Zellplasma aufgelöste histogene Plasma des alten Kerns in sich auf und werden zum neuen Großkern, der wieder zum großen Teil aus histogenem und zum kleinsten aus Keimplasma und zwar aus dem bei der Konjugation vermischten Keimplasma besteht. »Der Großkern ist also dasjenige Element, welches die Lebenserscheinungen der Zelle beherrscht, während der Nebenkern erst bei der Konjugation eine Rolle zu spielen hat.«

Unabhängig von Gruber hat auch Plate die Vorgänge der Konjugation an *Paramaecium Aurelia*, also an demselben Untersuchungsobjekt wie Gruber, beobachtet[2]. Im allgemeinen bestätigen seine Untersuchungen diejenigen Gruber's; nur in Einzelheiten sowie in der theoretischen Auffassung des Konjugationsaktes weicht Plate von dem vorgenannten Forscher ab. Plate glaubt nämlich, daß eine innige Berührung der Nebenkerne bei der Konjugation nicht stattfindet, obgleich er anfangs selbst dieser Ansicht war. Die Cuticula der sich konjugierenden

[1] Ich kann hier nicht näher auf die betr. Deduktionen Weismann's eingehen, sondern verweise nur auf die sie enthaltende Schrift: „Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektions-Theorie." Jena 1886.

[2] Ueber die Konjugation der Infusorien. Bericht über einen in der Morphologischen Gesellschaft zu München gehaltenen Vortrag. (1886.)

Tiere bleibt nach Plate während des ganzen Vorgangs intakt, so daß die beiden Nebenkerne stets durch sie von einander getrennt sind.

Da nun in den von Gruber beobachteten Fällen die Berührung der Spindeln eine viel innigere war, so meint Plate dies dadurch erklären zu können, daß die Konjugation möglicherweise nicht bei allen Paarlingen in derselben Weise verläuft. Dieser Ansicht neigt sich auch Gruber zu. Außerdem aber hält er Plate entgegen, daß ein Austausch von Substanz wohl stattfinden könne, wenn derselbe in Wirklichkeit auch noch nicht beobachtet worden wäre. Möglicherweise öffnet sich die Cuticula in einem Augenblick, um sich dann sofort wieder zu schließen. Vielleicht findet aber auch ein Austausch durch die Mundöffnung statt.

Wenn die Nebenkerne, wie es der Fall ist, nicht miteinander verschmelzen, so liegt darin, wie Gruber hervorhebt, kein Gegensatz zum Befruchtungsvorgang, denn auch von den Metazoen ist bekannt geworden (durch van Beneden beim Ei eines Spulwurms), daß Ei- und Spermakern nicht innig verschmelzen, wie man das vorher angenommen hatte.

Plate hatte in einer früheren Arbeit[1] auf Grund seiner Beobachtungen der Konjugation einiger Infusorien eine neue Ansicht über die Bedeutung dieses Vorgangs ausgesprochen. Er glaubt nämlich, daß in der großen Reihe der aufeinander folgenden, durch Teilung entstandenen Generationen ein Mißverhältnis zwischen Nucleoidioplasma und Cytoidioplasma oder Kernsubstanz und Zellsubstanz eingetreten wäre, wie ich es hier, der allgemeineren Verständlichkeit wegen, kurz ausdrücken will. Mit der fortschreitenden Teilung soll nämlich nach Plate die Kernsubstanz an Masse abnehmen, das Zellplasma hingegen sich verhältnismäßig vermehren. Bei der Konjugation findet nun unter dem wechselseitigen Einfluß beider Individuen eine teilweise Umwandlung der Zellsubstanz in Kernsubstanz statt, wodurch das richtige quantitative Verhältnis zwischen beiden wiederhergestellt wird.

Bekanntlich ist die Konjugation zumal bei Individuen von sehr geringer Größe beobachtet worden. Daraus schließt Plate, daß bei diesen Individuen die Tendenz, sich durch Teilung zu vermehren, außerordentlich überwog. Der Grund davon ist aber das Vorhandensein einer zu großen Quantität von Zellsubstanz im Gegensatz zur Kernsubstanz. Es muß daher bei solchen Individuen durch eine Konjugation das richtige Verhältnis zwischen Zell- und Kernplasma wiederhergestellt werden und wir sehen deshalb eine solche eintreten. Auf eine Anzahl von Generationen, die durch Teilung entstanden sind, folgt in den meisten Fällen eine solche, deren Individuen sich konjugieren.

Gruber hält dieser Theorie Plate's gegenüber, daß ihr eine Annahme zu Grunde liegt, welche etwas für uns Undenkbares in sich schließt. Es ist dies die Annahme, daß die Natur pathologische Zustände, »Übelstände«, wie Plate sich ausgedrückt hat, in den Entwickelungsgang von Organismen eingeführt habe, zu deren Beseitigung sehr komplizierte Vor-

[1] Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern von *Gammarus pulex* lebenden Ektoparasiten. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie Bd. 43 1886.

gänge notwendig geworden sind. Der Konjugationsprozeß wäre dann, wie Gruber sagt, nichts weiter als ein Remedium, ohne welches die Infusorien in krankhafte Verhältnisse geraten und zu Grunde gehen. Dem gegenüber scheint ihm seine Annahme befriedigender, nach welcher in der Konjugation wie im Befruchtungsvorgang der höheren Organismen eine Vermischung des in den Kernen gelagerten Keimplasmas zweier Individuen su suchen ist.

Noch einer auf die Konjugation der Infusorien bezüglichen Thatsache möchte ich zum Schluß Erwähnung thun. In manchen Kolonien von Infusorien, die einer unausgesetzten Beobachtung unterworfen wurden, konnte während der ganzen Zeit niemals eine Konjugation konstatiert werden. Die Tiere pflanzten sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege durch Teilung fort. Solche Wahrnehmungen wurden beispielsweise von Gruber und Maupas gemacht. Der letztere Forscher teilt mit[1], daß er in einer Kolonie von *Coleps hirtus*, einem mit Schale versehenen Infusorium, während $2^1/_2$ Monaten niemals Tiere in Konjugation traf, obwohl er die Kolonie sorgfältig jeden Tag untersuchte. Da sich die Tiere in lebhafter Vermehrung befanden, so folgte also eine lange Reihe ungeschlechtlicher Generationen aufeinander, ohne daß sie von einer geschlechtlichen resp. einer Generation sich konjugierender Tiere unterbrochen wurde.

Diese Erscheinung läßt sich nicht recht mit jener Theorie in Einklang bringen, welche annimmt, daß eine Abwechselung der geschlechtlichen mit der ungeschlechtlichen Fortpflanzungsweise für das Bestehen der Art notwendig sei, indem ohne eine solche Abwechselung d. h. bei bloßer Vermehrung auf ungeschlechtlichem Wege ein allmählicher Verfall eintrete. Solche Beispiele für das Ausbleiben einer zweigeschlechtigen Generation in einer langen Generationsreihe sind auch von den Metazoen bekannt. So folgen nach Weismann's Beobachtungen bei gewissen Krustaceen (Kladoceren und Ostrakoden) eine ganze Anzahl parthenogenetisch sich vermehrender Generationen aufeinander, ohne daß während der lang andauernden Zeit der Beobachtung jemals eine zweigeschlechtliche Generation aufgefunden wurde. Möglich, daß der Cyklus in diesen Fällen ebenso wie bei den betr. Infusorien eine außerordentlich lange Reihe von eingeschlechtlichen bezw. ungeschlechtlichen Generationen enthält und sich die zweigeschlechtliche Generation aus diesem Grunde der Beobachtung entzogen hat.

---

[1] „Sur *Coleps Hirtus* (Ehrenberg)." Archives de Zool. Exp. et Gén. 2. série, T. III, 1885.

Wissenschaftliche Rundschau.

Zoologie.

Über die Färbung und Zeichnung der Tiere.

(Schluß.)

Besonders interessant sind die Untersuchungen, welche Eimer über die Zeichnung der Raubtiere angestellt hat, da gerade diese die einem jeden bekanntesten und interessantesten Tiere sind. Er hat sie veröffentlicht in einer Reihe von Aufsätzen, die im »Humboldt« (Jahrgang 1885 und 1886) erschienen sind.

An allen diesen Raubtieren zeigt sich die Bestätigung der schon besprochenen Gesetze, nur in einer Beziehung findet eine Abweichung statt: während bei den Raubvögeln die neue Eigenschaft auf dem Rücken erscheint und sich dann nach der Unterseite hin verbreitet, tritt sie bei den Raubtieren zuerst an den Seiten auf und zieht sich nach dem Rücken hin, so daß also die Mittellinie des Rückens die alten Eigenschaften am längsten bewahrt.

Junge Löwen sind, wie man in zoologischen Gärten zuweilen beobachten kann, nicht einfarbig wie die alten, sondern gezeichnet. Eimer sah in Amsterdam solche mit hervortretender Zeichnung. »Ihre Schwänze zeigten deutliche Querstreifung, ihre Keulen waren fast so schön getigert wie bei gestreiften Hauskatzen, ebenso waren die Beine quergestreift und auch am Rumpfe lösten sich die Querstreifen der Keulen mehr und mehr in Flecken auf und die Stirn zeigte nahezu vollkommene Längsstreifen, das Gesicht im übrigen einige ausgesprochene Hauskatzenzeichnungen.« Aus diesen und anderen Beispielen geht hervor, daß hier die Umbildung der Längsstreifen in Flecke und die dieser in Querstreifen hinten und unten beginnt und sich nach vorne und oben verbreitet, so daß also der Kopf am längsten die alte Zeichnung bewahrt.

Die Hauskatze hat, wie man leicht beobachten kann, auf dem Rücken Längsstreifen, an den Seiten Querstreifen, die vorne noch oft aus Flecken bestehen. Die Wildkatze hat eine weiter entwickelte Zeichnung. Die seitlichen Querstreifen wie die Ringe des Schwanzes sind weniger zahlreich und im Schwinden begriffen. Auf Rücken und Kopf zeigen sich Längsstriche. Da die Hauskatzenzeichnung eine niedrigere Stufe einnimmt als die der Wildkatze, so kann erstere nicht von der Wildkatze abstammen, wie man früher einmal geglaubt hatte. — Die männliche Wildkatze hat eine weiter entwickelte Zeichnung als die weib-

liche. Auf der Stirne haben das Weibchen und die Jungen Längsstreifen, beim Männchen aber haben sich diese bereits in Streifen von Flecken aufgelöst. Also auch hier tritt die Präponderanz des männlichen Geschlechts zu Tage.

Die Hauskatze scheint also nicht von der Wildkatze, sondern von der in Oberägypten, Nubien, im Sudan und in andern Teilen des östlichen Afrikas, in Innerafrika und in Palästina einheimischen kleinpfötigen Katze oder Falbkatze (*Felis maniculata*) abzustammen. Aus dieser muß sich auch die Wildkatze entwickelt, aber bereits ein höheres Entwickelungsstadium erreicht haben als die Hauskatze. Die Falbkatze hat fast genau dieselbe Zeichnung wie unsere Hauskatze, ist aber gelblichgrau gefärbt in Anpassung an die Farbe der Wüste. Die Untersuchung der Zeichnung der Katzenarten verlangt eine äußerst scharfe Beobachtung. Fast alle bisher gelieferten Abbildungen sind ungenau, sie stellen nur im großen und ganzen die Zeichnung des Tieres dar, wobei die Einzelheiten vielfach durch geniale Züge ersetzt sind. Auf den zahlreichen Abbildungen, welche Eimer hat anfertigen lassen, sind aber die Einzelheiten der Zeichnung genau dargestellt, selbst die kleinsten bemerkbaren Striche und Flecke und die genaue Unterscheidung stärkerer und schwächerer Ausprägung derselben wiedergegeben. Auf alle diese Einzelheiten einzugehen kann natürlich nicht unser Zweck sein.

Es mag auch erwähnt werden, daß Eimer am Schluß seiner Abhandlung ausführlich nachweist, daß diese drei Katzen nicht als besondere Arten, sondern nur als Abarten gelten können. Er zeigt, daß kein einziger Unterschied des Knochengerüstes stichhaltig ist und daß dieselben sich nur durch Größe, Färbung und den buschigen Schwanz unterscheiden. »Diese Merkmale reichen aber nicht aus, um z. B. die Wildkatze als besondere Art aufzustellen«; »demnach ist sie als eine beginnende Art zu bezeichnen.«

Als nächster Verwandter schließt sich der Stiefelluchs aus Oberägypten an, der in der Zeichnung fast genau mit der Hauskatze übereinstimmt und sich von ihr hauptsächlich nur durch den etwas buschigeren Schwanz und die schwachen Ohrpinsel unterscheidet, die übrigens auch bei unserer Hauskatze zuweilen vorkommen.

Bei den verschiedenen Katzenarten verfolgt Eimer die Umbildung eines jeden Streifens und Fleckens, er weist nach, daß hier nichts zufällig ist, sondern daß jeder Fleck und jeder Strich in ganz bestimmter Weise aus einem bestimmten Strich oder Flecken einer andern Katzenart hervorgegangen ist.

Die gefleckten Katzenarten wie Leopard, Panther, Jaguar etc. entstanden aus längsgestreiften dadurch, daß die Streifen der letzteren sich in Flecke auflösten. So kann man mehr oder weniger deutlich überall noch erkennen, daß diese Flecke in Längsreihen stehen, um so deutlicher, je mehr nach oben, nach dem Rücken zu. Ja fast überall bleibt eine scharfbegrenzte Längslinie als Rückenmittellinie bestehen und zuweilen noch ein und das andere Längslinienpaar zu beiden Seiten dieser Rückenmittellinie. Es tritt hier also deutlich die »infero-superiore Umbildung« hervor.

Bei einzelnen haben wir eine kompliziertere Fleckenzeichnung. Die Augen- oder Ringflecke von Panther, Leopard und Jaguar sind durch Zerklüftung der einzelnen Flecke derart entstanden, daß diese zu Ringen werden mit heller Mitte. Der Jaguar entspricht in der Zahl der Fleckenringe dem Panther, zeichnet sich aber dadurch aus, daß in jedem Fleckenring, meist in dessen Mitte, ein kleiner Tupfen sitzt. Bei den amerikanischen Katzen zeigen sich überhaupt dieselben Umbildungen wie bei denen der alten Welt und dies weist wieder darauf hin, daß es konstitutionelle Ursachen sein müssen, die zu dieser Umbildung hindrängen.

Der Tiger ist vollkommen quergestreift, nur am Kopf sieht man noch mehr oder minder lange Querstriche; er besitzt also nächst dem Löwen die am weitesten vorgeschrittene Zeichnung.

Wie aus vielen Thatsachen geschlossen wird, sind die Zibetkatzen (*Viverra*) die Stammformen des Katzengeschlechtes. Es sind schlanke, marderartige Tiere mit langer, spitzer Schnauze, die vom Raube leben. Sie finden sich nur in der alten Welt. Die bekannteste Gattung ist das Zibettier, welches in einer Drüsentasche am After eine honigartig aussehende Masse, den Zibet, erzeugt, der wie Moschus riecht und seit alter Zeit als Arzneimittel benutzt wird.

Die am tiefsten stehenden Zibetkatzen sind diejenigen von Madagaskar (*Galidictis striata* und *vittata*); denn sie sind vollkommen längsgestreift und stellen wohl die Urzeichnung aller Raubtiere dar. Fast ebenso tief steht *Viverra indica* aus Ostasien. Bei der Ginsterkatze (*V. genetta*) aus Spanien und Afrika haben sich die Streifen meist schon in Flecken aufgelöst. Die afrikanische mit einer Mähne versehene (*V. civetta*) und die asiatische (*V. Zibetha*) zeigen bereits eine beginnende Querstreifung, da die Flecken zu Querstreifen miteinander verschmelzen. Noch weiter ist die Querstreifung bei der spitznasigen Zibetkatze von Malakka entwickelt, während sie bei dem Ichneumon bereits wieder verschwunden ist, wenn sie auch bei günstig auffallendem Licht noch in zarter Andeutung gesehen werden kann.

»Hierbei zeigt sich, wie bestimmte Längsstreifen in Flecke und wie bestimmte Querreihen von Flecken in Querstreifen übergehen.« »Die Längsstreifen wie die Flecke und die Querstreifen der Zibettiere entsprechen nun aber der gleichnamigen Zeichnung von Katzenarten dergestalt, daß man beide mit denselben Zahlen zu belegen im stande ist«, wie dies Eimer thut und durchführt. Als am wahrscheinlichsten geht aus allem diesem hervor, daß alle Katzenarten von längsgestreiften Zibetkatzen abstammen und daß alle von vornherein so gut wie diese die Anlage haben, gefleckt und dann quergestreift zu werden, ja diese Umwandlung nach ganz denselben Regeln wie sie durchzumachen. Die Neigung zu dieser Umwandlung, die Anlage, nach einer ganz bestimmten Richtung und nur nach dieser hin abzuändern, war also von vornherein in der stofflichen Zusammensetzung des Körpers begründet.

Aus den Zibetkatzen sind außer den Katzenarten auch die Hyänen hervorgegangen. Die Übereinstimmung in der Zeichnung zeigt sich besonders bei der gestreiften Hyäne, dem Erdwolf und andern, jedoch ist

sie eine bereits vorgeschrittenere, welche das Schwinden vorbereitet, das bei den hundeartigen Tieren noch viel weiter gediehen ist.

Am merkwürdigsten erscheint die Zeichnung dieser letzteren, der hundeartigen Raubtiere, wobei man zunächst von den Flecken und Strichen, welche unser Haushund meist so auffallend und in scheinbar vollendeter Unregelmäßigkeit zeigt, absehen muß. »Niemand wird gerade bei Hunden, dann bei Wölfen, Schakalen, Füchsen bis dahin eine Hyänen- bezw. Zibetkatzen- und Katzenzeichnung vermutet haben, und doch ist sie deutlich vorhanden, wenn auch oft nur noch in Spuren.« »Und zwar sind bei allen Teile von solchen Streifen zu erkennen, welche auch bei den Hyänen besonders entwickelt sind: die Zeichnung der hundeartigen Raubtiere nimmt sich aus wie ein Überrest jener der Hyänen.« Eimer führt uns in vortrefflichen Abbildungen Wölfe, Füchse und einen Spitzerhund vor, welche deutlich Querstreifen und Halsbinden zeigen, die ebensolchen der Hyänen entsprechen.

Zum Schluß wollen wir noch flüchtig einen Blick auf einige uns nicht weniger gut bekannte Tiere werfen. Unter den Einhufern »haben wir beim Zebra auf der Stirn Längsstreifung, ebenso auf der Mittellinie des Rückens einen Längsstreifen, im übrigen Querstreifung. Beim Quagga ist hinten schon Einfarbigkeit aufgetreten, dann folgt am Halse Querstreifung, an der Stirn noch Längsstreifung. Auch der Esel und häufig das Pferd haben auf dem Rücken eine dunkle Längsmittellinie und die Kreuzzeichnung des Esels ist offenbar auf sie in Verbindung mit dem Rest eines Querstreifens zurückzuführen. Es können Kreuzzeichnung und Querstreifung auch beim Pferde als Rückschlag auftreten.« Alles dies zeigt ein Fortschreiten der Umbildung von hinten nach vorn und von unten nach oben.

»Das Hausschwein ist der Nachkomme des wilden. Einen Beweis für die ursprüngliche Zusammengehörigkeit beider liefert unter anderem die Zeichnung: beide sind in der Jugend in gleicher Weise längsgestreift.« »Die Tapire, nahe Verwandte der Schweine, zeigen in der Jugend gleichfalls Längsstreifung, und zwar eine solche, welche derjenigen der Schweine im wesentlichen entspricht.« »Einige dieser Längsstreifen sind bereits in Flecken aufgelöst.«

»Bei Edelhirsch, Reh und Verwandten haben wir in der Jugend — deutlicher beim Edelhirsch als beim Reh — Längsreihen von weißen Flecken. Beim Damhirsch bleiben diese Flecken im Alter mehr oder weniger erkennbar bestehen — und zwar deutlicher beim Weibchen.« »Zeitlebens ist in entsprechender Weise der Axishirsch gezeichnet.« Bei einigen Antilopen tritt bereits Querstreifung auf, *Antilope scripta* vereinigt alle drei Zeichnungsarten, *A. strepsiceros* ist meist quergestreift mit weißer Mittelrückenlinie.

Kehren wir jetzt von der Betrachtung einzelner Tiere zurück zu den allgemeinen für die Entwickelungslehre so wichtigen Folgerungen, welche aus den Thatsachen gezogen werden können und welche wir zum Teil bereits kennen gelernt haben.

Darwin, dem es hauptsächlich nur darauf ankam, das thatsächliche Vorhandensein der Variation nachzuweisen, nahm an, daß sie

zufällig sei und fast regellos nach allen Richtungen auftreten könne. Die Ursachen der Variation aufzufinden, überließ er seinen Nachfolgern. Im Gegensatz zu der Annahme Darwin's vertrat Nägeli bereits 1865 die Ansicht, daß die Variation nur nach einer oder wenigen Richtungen, die durch die chemische und physikalische Zusammensetzung des Körpers bedingt seien, stattfinden könne; auch Kölliker glaubt, daß die Entwickelung der Formen nur aus inneren Ursachen erfolgt sei. Weismann bekennt sich zu der Ansicht, daß den inneren Ursachen gewisse Wirkungen auf die Entwickelung zuzuschreiben sind, wie wir bei Betrachtung der Raupenfarben gesehen haben. Eimer aber ist derjenige, der diesen Satz am schärfsten vertritt und auch durch sehr viele Thatsachen zu stützen weiß.

Er faßt seine Ansicht in folgende Sätze zusammen:

»1. Es können aus innern Ursachen Organisationsverhältnisse entstehen, gleichsam auskrystallisieren, welche dem Organismus ebenso nützlich sind, als wenn sie durch den Kampf ums Dasein entstanden wären. In diesem Falle werden die Anforderungen des Nützlichkeitsprinzips zufällig von dem Produkte der Entwickelung aus innern Ursachen erfüllt und dessen Bedeutung bleibt daher ungeschmälert.

2. Es können aus innern Ursachen für das Fortkommen des Organismus indifferente und

3. sogar schädliche Eigenschaften entstehen. . . . . Mit schädlichen Eigenschaften behaftete Organismen werden sich aber nur dann erhalten und werden nur dann ihre Eigentümlichkeiten durch Generationen vererben können, wenn jene im Vergleich zu den ihnen eigenen nützlichen nicht in Betracht kommen oder sofern sie in Korrelation stehen mit anderen, die nützlicher sind als sie selbst schädlich.«

Sind also die aus innern Ursachen im Entstehen begriffenen Eigenschaften nützlich oder gleichgültig, so werden sie entstehen und sich erhalten; sind sie aber schädlich, so werden sie sich nur dann erhalten können, wenn ihre Schädlichkeit durch die größere Nützlichkeit anderer mit ihnen in Beziehung stehender Eigenschaften wieder aufgehoben wird; sehr schädliche Eigenschaften aber würden durch die beständig wirkende natürliche Zuchtwahl beständig zurückgedrängt werden. So kann das Schwarz und Blau der Eidechsen nur da sich erhalten, wo die Schädlichkeit dieser Farben nicht sehr groß ist.

»Der Nutzen, die Konkurrenz, die man früher als einzig maßgebenden Faktor betrachtete, ist nichts als der Regulator der konstitutionellen Veränderungen der Organismen und selbst dies nur in einem gewissen Grade, indem eine große Anzahl von Formbildungen gar nicht in den Bereich dieser Konkurrenz fällt.« »Warum die zierliche Form der Radiolarien — warum die zierlichen Skulpturen, Zeichnungen und Farben der Schneckengehäuse, welche noch dazu meist zeitlebens von Schlamm oder Schmutz bedeckt sind und deren Zeichnungs- und Farbenzierden sogar oft erst nach dem Polieren hervortreten? Warum die schwarze Färbung des Bauchfells mancher Wirbeltiere? Warum das Rotwerden der Blätter im Herbst? Warum das Bleichen der Haare im Alter?« So frägt mit Recht Eimer: alle diese Eigenschaften werden vom Kampf ums Dasein nicht berührt, sie sind in bezug hierauf indifferent. Ihre

Entstehung darf nicht auf das Nützlichkeitsprinzip zurückgeführt werden; vielmehr haben sie ihre Ursache in der Konstitution des Körpers und sie müssen direkt mechanisch erklärt werden.

Obwohl Weismann die Wirkung innerer Ursachen anerkennt, so kämpft er doch gegen eine bestimmt gerichtete Variation, gegen das Vervollkommnungsprinzip, das Nägeli der Entwickelung zu Grunde legen will. Eimer aber glaubt dennoch auf eine bestimmte Richtung der Variation schließen zu dürfen, da »1) selbst bei räumlich getrennten Varietäten einer Art ganz dieselbe Richtung der Zeichnungsänderung zu beobachten ist, 2) selbst bei verschiedenen Arten bezw. Gattungen nur dieselbe und keine andere Art der Umbildung der Zeichnung vorkommt.« Indessen läßt sich ja die ganze Entwickelung der Zeichnung mit der typischen Umwandlung der Vegetation in Beziehung bringen und dadurch als eine nützliche, durch natürliche Zuchtwahl unterstützte erklären. Die Thatsache indessen, daß diese Entwickelung überall in derselben Weise vor sich ging, ferner die Neigung der Raupen, die Eigenschaften eines Segmentes auf die andern zu übertragen, und viele andere der früher aufgeführten Thatsachen lassen sich nur durch Annahme innerer Ursachen, die nach einer bestimmten Entwickelungsrichtung hindrängen, erklären.

Einige Erscheinungen lassen vielleicht auch eine andere Erklärung zu, wie Eimer selbst aussagt: »Die Präponderanz des Alters erklärt sich zunächst dadurch, daß diejenigen Individuen, welche am meisten der Umgebung angepaßt sind, in der Regel auch die ältesten werden und daß sie am meisten Zeit haben, ihre Eigenschaften fortzupflanzen.« Auch Weismann macht eine sehr zutreffende Bemerkung, die sich zwar nur auf das Leben der Raupen bezieht, aber sehr wohl verallgemeinert werden darf: Die Raupe wird ihrer Größe halber im letzten Stadium viel leichter gesehen und ist längere Zeit der Gefahr ausgesetzt, von Feinden entdeckt zu werden; daher läßt es sich wohl begreifen, daß vor allem Anpassung der erwachsenen Raupe die notwendige Folge einer Änderung der Lebensbedingungen derselben (z. B. der Übersiedelung auf eine neue Futterpflanze) sein muß.« Dieser Erklärung fügt Eimer noch eine hinzu: »Weil die mit der neuen Zeichnung versehenen Individuen am längsten leben, bezw. die neue Zeichnung am längsten tragen, wird diese auch dem Organismus am festesten gewissermaßen eingeimpft und wird deshalb auch vorzüglich gerne auf die Nachkommen übertragen werden. Je länger sie also von dem betreffenden Individuum schon getragen worden ist, um so nachdrücklicher wird sie sich aus konstitutionellen Ursachen vererben, und da sie um so länger getragen wird, je nützlicher sie ist, so wird sie sich um so leichter vererben, je nützlicher sie ist, d. h. es ist die konservative, mit auf konstitutionellen Ursachen beruhende Anpassung, welcher für die Frage eine bedeutende Rolle zugeschrieben werden muß.« Eimer geht hier also von der Ansicht aus, daß eine Eigenschaft an Vererbungsfähigkeit zunimmt, je länger das Individuum sie besitzt. Allerdings wird ziemlich allgemein angenommen, daß, je länger die Art eine Eigenschaft schon trägt, die Wahrscheinlichkeit ihrer Vererbung um so größer wird; neu erworbene Charaktere neigen dagegen am meisten zur Variation. Wenn man diesen Satz auch

auf das Individuum ausdehnen will, so ist dies ein an sich berechtigter Wahrscheinlichkeitsschluß; aber seine Richtigkeit muß zunächst bewiesen werden, ehe man ihn zur Erklärung anderer Thatsachen verwenden darf. Man bedarf dieser indessen nicht; denn die zuerst angeführten von Eimer und diejenige von Weismann sind vollständig genügend.

Auch für die postero-anteriore Entwickelung gibt Eimer eine treffende Erklärung durch Anpassung: »Der vom Kopf am meisten entfernte Körperteil wird am anpassungsbedürftigsten sein, da er am wenigsten anderweitig, durch die Sinnesorgane geschützt und da er besonders dadurch im Nachteil ist, daß er zuletzt der Verfolgung durch den Feind sich entzieht.« Einige umgekehrte Fälle bei Raupen führt Eimer wahrscheinlich mit Recht auf besondere Anpassungen zurück. So erklärt sich vielleicht auch die Thatsache, daß bei den Säugetieren die neue Zeichnung zuerst an den Seiten entsteht, dadurch, daß diese wohl am meisten den Blicken der Feinde ausgesetzt sind, und sicherlich mehr als die Zeichnung am Rückgrat. Bei den Vögeln scheinen andere Verhältnisse vorzuliegen; hier bildet der ganze Rücken eine breite Fläche, die in der Entwickelung voranschreitet, vielleicht aus konstitutionellen Ursachen, vielleicht aber weil der Rücken am meisten den feindlichen Blicken ausgesetzt ist, wie z. B. stets wenn die Vögel nicht fliegen, und auch im Fluge wird er von höher fliegenden Räubern gesehen; auch bei Eidechsen scheinen die Verhältnisse ähnlich zu liegen.

Eimer erklärt endlich die männliche Präponderanz als eine nützliche Eigenschaft der aggressiveren und daher anpassungsbedürftigeren Männchen; wir werden noch Gelegenheit haben, hierauf zurückzukommen.

Aus der Wirkung innerer Ursachen zieht Eimer noch einen für die Entwickelungslehre wichtigen Schluß. »Sowie irgend etwas im ursprünglichen Zustand, in der ursprünglichen Anordnung von Teilchen des Organismus verändert wird, kommen auch andere Teilchen in Bewegung, alles ordnet sich zu einem neuen Ganzen an, hat — oder bildet — eine neue Art« — gleichsam wie in einem Kaleidoskop, sobald bei der Drehung ein Teilchen fällt, auch die andern in Bewegung geraten und sich darum zu einem neuen Bild gruppieren, gleichsam krystallisieren. Dieser Vergleich Eimer's ist treffend; jede Änderung der Konstitution wirkt auf alle übrigen Eigenschaften zurück und muß auch sie zu mehr oder weniger großen Änderungen veranlassen; so krystallisieren die neuen Eigenschaften zu einem neuen Ganzen, Eimer gebraucht daher mit Recht hierfür den Ausdruck »organische Krystallisation«. Er fügt kurz hinzu, daß diese Verhältnisse auch ein Licht werfen auf das Fehlen von Zwischenformen; denn diese Entwickelung ist, wenn auch nur in geringem Maße, sprungweise. Bei der Entstehung neuer Arten haben die Tiere also durchaus nicht alle denkbaren Zwischenformen durchgemacht, sondern diesen Weg in Sprüngen, wenn auch kleinen, zurückgelegt. — Ferner schließt Eimer aus den über die Färbung der Eidechsen festgestellten Thatsachen, daß die Tiere die Neigung haben, auf gewissen Stufen der Entwickelungsrichtung stehen zu bleiben, denn gewisse Typen sind vorherrschend im Vergleich zu den selteneren Zwischenformen. Eimer nennt

dies das Gesetz der Genepistasie oder Phylepistasie, das Gesetz der stufenweisen Entwickelung. Man darf wohl vermuten, daß bei diesen Stufen die das Individuum bildenden Eigenschaften gut harmonieren, in einem stabilen Gleichgewicht zu einander stehen, daß auf diesen Stufen die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer neuen Variation geringer ist als auf den übrigen zurückgelegten Zwischenstufen.

Weismann nimmt, wie aus dem früher angeführten Satze hervorgeht, für jede Art zahlreiche Variationsmöglichkeiten an, während Eimer nur wenige mögliche Variationsrichtungen gelten lassen will und zur Zeit nur eine Hauptrichtung annimmt. Die Ansichten Eimer's und Weismann's über diesen Punkt scheinen also unvereinbar zu sein.

Wenn man mit Weismann zahlreiche Variationsmöglichkeiten annimmt, so wird man gestehen, daß dieser Annahme noch etwas hinzugefügt werden muß. Zu jeder Möglichkeit gehört auch eine Wahrscheinlichkeit. Die Wahrscheinlichkeit einer Variation, wirklich einzutreten, ist sicherlich für die verschiedenen Variationsmöglichkeiten sehr verschieden. Wenn z. B. ein längsgestreiftes Tier nach und nach durch Variation gefleckt wird, so kann dies auf sehr verschiedene Weise geschehen. Es können z. B. die Streifen langsam verschwinden, während daneben neue Flecken entstehen; es können aber auch die Streifen sich in Flecke auflösen. Beide Arten sind möglich, die letztere aber ist »viel leichter« möglich; die Wahrscheinlichkeit, daß sie eintritt, ist außerordentlich viel größer, als dies bei der ersteren, komplizierteren der Fall ist. — Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Vogel zwischen den Zehen Schwimmhäute bekommt, ist viel größer als die, daß sich seine Flügel in Flossen umwandeln. Infolge der Konstitution der Vögel ist eben die erstere Variation viel leichter und damit viel wahrscheinlicher. — Die Aussicht der verschiedenen Variationsmöglichkeiten auf Realisation ist also sehr verschieden, und eine davon hat die größte Wahrscheinlichkeit. Die Wahrscheinlichkeit nun, daß Tiere, welche eine Eigenschaft gemeinsam haben (z. B. alle längsgestreiften Tiere), auch dieselbe Änderung dieser Eigenschaft erfahren (z. B. die Auflösung der Längsstriche in Flecke), ist außerordentlich groß. Da nun in der That die verschiedensten Tiere dieselbe Umwandlung erfahren haben, so ist es natürlich, wenn Eimer nur wenige mögliche Variationsrichtungen gelten läßt oder jetzt sogar nur eine Hauptrichtung annimmt. Dem gegenüber müssen wir aber fragen, wie sich bei nur wenigen Variationsmöglichkeiten aus den ersten Vögeln alle die so verschiedenen Vogelarten entwickelt haben können. Nimmt man nicht an, daß aus der einzigen *Gastraea* alle Metazoenarten hervorgegangen sind? Eimer erklärt diese mannigfaltige Verzweigung der Stammbäume auf folgende Weise:

»Bleibt eine Form aus konstitutionellen Ursachen auf einer tieferen phyletischen Stufe stehen, so wird sie, je länger sie stehen bleibt, um so mehr aus rein konstitutionellen Ursachen eine andere werden, indem ihre Eigenschaften sich dem Organismus ohne weiteres Zuthun von außen fester und fester einprägen (konstitutionelle Imprägnation). Sie wird also nach einer gewissen Zeit nicht mehr dieselbe sein, welche sie damals war, als ihre Verwandten sich von ihr trennten. Sie wird,

je länger sie mit diesen Eigenschaften zu existieren vermag, um so mehr in anderer Weise als jene korrelativ sich verändern, um so mehr aber auch im stande sein, gerade diese, die konservierten Eigenschaften gegenüber dem Anpassungszwang zu erhalten, und es wird sich dieser letztere mit größerem Erfolg auf Umänderung anderer Eigenschaften werfen.« Es sind also Varietäten, Arten, Gattungen nichts als solche auf verschiedenen Stufen der Entwickelung stehende Formen. — Leider spricht sich Eimer hierüber nicht genauer aus. Man muß sich den Vorgang etwa folgendermaßen denken: Wenn ein Teil der Individuen einer Art auf einer Entwickelungsstufe stehen bleibt, z. B. gefleckt bleibt, während die übrigen in der Entwickelung der Zeichnung weiter fortschreiten, so erlangt die erst kürzlich aus der Längsstreifung entstandene Fleckung ein größeres Alter und damit größere Beständigkeit. Die Wahrscheinlichkeit, daß später sich die Zeichnung abändert, ist also viel geringer, als sie es früher war, und insofern ist die Art später eine andere als früher. Es wächst also beständig die Wahrscheinlichkeit, daß sie sich in bezug auf andere Eigenschaften umwandelt und, wenn dies die Lebensverhältnisse zulassen, sich zu einer andern neuen Art umgestaltet.

Wie man sieht, sind die Sätze, welche Eimer auf Grund der von ihm und dann auch von Weismann beobachteten Thatsachen aufstellt, ebenso wie die Folgerungen, die er hieraus zieht, von der größten Wichtigkeit für die Weiterentwickelung des Darwinismus. Zum allergrößten Teil muß man sie, der Macht der Thatsachen folgend, als richtig anerkennen und die wenigstens mir unwahrscheinlich erscheinenden sind auch nur beiläufig von Eimer gemachte Bemerkungen ohne Einfluß auf die Richtigkeit der Hauptsätze. Gerade die erwähnten Forscher sind es, die auch für die Biologie der Tiere genug Interesse zeigen, um sie durch Forschungen zu heben, und wir dürfen daher mit Recht hoffen, daß diese durch sie noch manche Bereicherung erfahren wird, so daß sie schließlich zu dem wird, was ihr zukommt, zu einer selbständigen Wissenschaft.

Die Untersuchungen Eimer's sind noch in einer andern Hinsicht, welche nicht sofort in die Augen springt, für den Darwinismus wichtig. Sie stehen nämlich in Beziehung zu der Theorie von Brooks über die Verstärkung und Verminderung der Variation. Brooks hat diese niedergelegt in seinem Buche: The Law of Heredity, Baltimore 1883.

Die wichtigsten und zugleich durch Thatsachen am besten gestützten Sätze Brooks' sind, wie ich in dieser Zeitschrift (1885, II, pag. 142: Ein neues Gesetz der Variation) bereits Gelegenheit hatte, zu entwickeln, folgende:

Die Variation der Tiere ist nicht stets dieselbe, sondern unter verschiedenen Verhältnissen verschieden stark; so wird sie stärker durch die Einwirkung ungünstiger Umstände und durch starke Kreuzung.

Die Variation der beiden Geschlechter ist ebenfalls verschieden, das Männchen variiert nämlich stärker als das Weibchen. Bei der Umwandlung in eine neue Art schreitet das Männchen voraus, während das Weibchen folgt, welches daher auch den Jungen, sowie den Weibchen nahverwandter Arten ähnlicher sieht als das Männchen. Daher vererbt auch das Männchen mehr die neuerworbenen Eigenschaften, das Weibchen mehr die älteren Eigenschaften der Art.

Im Gegensatz zu Darwin, der die Variationen nur als zufällig betrachtet, behaupten sowohl Eimer's wie Brooks' Theorien ihre Abhängigkeit von bestimmten Verhältnissen. Nach Eimer ist die Art der Variation, also ihre Qualität, abhängig von der Konstitution der Tiere, also von inneren Ursachen. Nach Brooks ist die Stärke der Variationen, also ihre Quantität, abhängig von äußeren Ursachen. Beide Sätze scheinen, soweit die bis jetzt bekannten Thatsachen einen Schluß zulassen, der Wirklichkeit zu entsprechen.

Fritz Müller indessen hält die Brooks'sche Theorie, wie aus der in dieser Zeitschrift (1886, Band I, Seite 67) erschienenen Kritik hervorgeht, für nicht zutreffend, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil nach den Versuchen von Gärtner die Mischlinge reiner Arten von Pflanzen keine besonders große Veränderlichkeit zeigen. Letzterer gibt aber zu, daß die Abkömmlinge der Mischlinge in der Regel mehr oder minder veränderlich sind. Darwin glaubte dies mit der Störung, welche die Fortpflanzungswerkzeuge der Mischlinge erleiden, in Verbindung bringen zu können. In der That ist der Pollenstaub hybrider Pflanzen oft unvollkommen ausgebildet, einzelne Körner sind ungleich groß, einzelne taub und verschrumpft. Aus diesem Umstand aber darf man nur auf eine geringere Nachkommenschaft, nicht aber auf eine stärkere Variationsfähigkeit der letzteren schließen. Vielmehr scheint zur Erklärung desselben die Brooks'sche Theorie unumgänglich notwendig zu sein. Auch darf eine so allgemeine Theorie, wenn die augenblicklich bekannten Thatsachen in einem Punkte nicht übereinzustimmen scheinen, nicht sofort als falsch bei Seite gelegt werden, da sie sich doch noch auf eine viel größere Zahl von Thatsachen stützt und die ihr noch entgegenstehenden vielleicht auf andere Weise ihre Erklärung finden werden.

Für den zweiten Teil der Brooks'schen Theorie, welcher das Vorauseilen des Männchens bei der Umwandlung in eine neue Art behauptet, ist es nun äußerst wichtig, daß Eimer bei allen Umbildungen stets diese Präponderanz des männlichen Geschlechts beobachtet hat.

Die meisten dieser Beobachtungen beziehen sich natürlich auf die Zeichnung der Eidechsen, bei deren Besprechung ich nicht versäumt habe sie zu erwähnen. Besonders deutlich tritt die Präponderanz des Männchens aber auch bei Vögeln hervor. Die außerordentliche Verschiedenheit selbst nahverwandter Männchen, besonders infolge sekundärer Geschlechtscharaktere, hat schon Darwin an vielen Beispielen hervorgehoben und Brooks benutzt sie als Stütze seiner Theorie. Man hätte hiergegen einwenden können, daß diese Auszeichnungen der Männchen vielleicht nur Anpassungen an spezielle Lebensverhältnisse wären und daß man demnach kein Recht habe, diese zu verallgemeinern. Nach den Beobachtungen Eimer's aber präponderieren die Männchen auch dann, wenn der Unterschied nur in geringen Verschiedenheiten der Zeichnung liegt, wie namentlich an der Zeichnung der Raubvögel nachgewiesen wird. — Auch bei den Säugetieren heben schon Darwin und Brooks die hervorragenden Eigenschaften der Männchen hervor, wie dies besonders bei den Huftieren in die Augen springt, deren Männchen Verteidigungswaffen tragen. Diese könnte man aber ebenfalls als besondere Anpassungen auf-

fassen, wenn nicht die Untersuchungen Eimer's vorlägen, welche zeigen, daß das Männchen dem Weibchen auch in der allgemeinen Entwickelungsrichtung der Zeichnung stets um einen wenn auch noch so kleinen Schritt voraus ist. Aus all diesem geht hervor, daß eine neue Variation zuerst beim Männchen eintritt, daß dieses häufiger und stärker variiert als das Weibchen.

Eimer gibt für die Präponderanz des Männchens folgende Erklärung: »Die männliche Präponderanz ließe sich dadurch erklären, daß die aggressiveren Männchen, solange nicht andere Schutz- oder Trutzeinrichtungen bei ihnen ausgebildet sind, zuerst in der Zeichnung sich anpassen werden.« Diese Erklärung ist vollkommen richtig, aber der Umstand, auf den sie sich stützt, ist nicht der einzige, der hier in Betracht kommt.

Nach der von mir über die Entstehung des Geschlechtes aufgestellten Theorie (man vergleiche den in dieser Zeitschrift 1885, Bd. II, pag. 49 gegebenen Auszug aus meinem Buche über »Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses etc.« Jena, Fischer 1884) hat das Männchen die Aufgabe, sein Weibchen aufzusuchen, dadurch Inzucht zu vermeiden und Kreuzung herbeizuführen, während das Weibchen weit mehr passiv der Begattung harrt, dagegen den Stoff zum Aufbau des Embryo liefert. Dementsprechend spielen Männchen und Weibchen in der Natur eine sehr verschiedene Rolle, welche für die Entstehung des Geschlechtes insofern von großer Bedeutung ist, als gerade dies eine der Ursachen ist, warum unter ungünstigen Verhältnissen und bei Inzucht mehr Männchen erzeugt werden, wie in dem genannten Buche weiter verfolgt wird. Brooks, dessen Theorie ganz unabhängig von der meinigen aufgestellt war, sagt nun, daß die Männchen ihre Aufgabe, Kreuzung herbeizuführen, am besten erreichen, wenn sie selber die Neigung haben zu variieren. Ferner ist es auch deshalb nützlich, unter ungünstigen Verhältnissen mehr Männchen zu erzeugen, weil mit Hilfe der Variation der letzteren leichter eine Anpassung an die neuen Verhältnisse stattfinden kann. Und endlich ist es auch bei Inzucht nützlich, mehr Männchen zu erzeugen, weil die variationsfähigeren Männchen leichter im stande sind, die Inzucht zu vermindern. Diesen inneren Zusammenhang der schon früher aufgestellten Brooks'schen Theorie mit der meinigen entdeckte Brooks sofort, als er letztere kennen lernte, und machte hierauf in einem Aufsatz in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. XVIII, N. F. XI aufmerksam. — Das Männchen also ist dasjenige, welches stärker variiert.

Für die Brooks'sche Theorie sind nun die Beobachtungen Eimer's über die Präponderanz des Männchens von der größten Wichtigkeit, da sie eine nicht unwichtige Stütze derselben bilden. Sie besitzen sogar größere Beweiskraft als diejenigen, welche Brooks selbst über diesen speziellen Punkt anführt. Und ferner sind sie auch darum interessant, weil sie teilweise schon vor dem Erscheinen des Buches von Brooks und jedenfalls ganz unabhängig von demselben angestellt wurden, da Eimer mit keinem Worte verrät, daß er Kenntnis von der Brooks'schen Theorie gehabt habe. Eimer hat sich durch seine vortrefflichen Beobachtungen auch um diese und damit auch um die meinige mit der Brooks'schen in Beziehung stehende verdient gemacht, und gerade dieser Umstand war es, der mich veranlaßte, die Arbeiten Eimer's einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

Aachen. C. Düsing.

Litteratur und Kritik.

Louis Agassiz' Leben und Briefwechsel. Herausgegeben von Elisabeth Cary Agassiz. Autorisierte deutsche Ausgabe von C. Mettenius. Mit L. Agassiz' Bildnis. Berlin, G. Reimer 1886. X, 448 S. 8^0. (M. 9.—.)

Es ist von höchstem Interesse, aus diesem von der Witwe des großen Naturforschers entworfenen, fast durchweg unmittelbar auf Briefe, Tagebücher u. s. w. gestützten Lebensbilde zu ersehen, welch ausschlaggebenden Einfluß die Beschäftigungen des Knaben am Ufer des Murtner Sees, im stillen geräumigen Pfarrhaus zu Motier, angesichts der Berner Alpenkette, bei den kleinen Handwerkern des Dorfes, auf die ganze Laufbahn und die wichtigsten Leistungen des Mannes ausgeübt haben: Fang und Beobachtung der Fische und Amphibien, Sammeln, Herrichten und Einordnen aller möglichen Naturgegenstände, Durchforschung der nächsten und entfernteren Umgebung, stets das Hochgebirge mit seinen Firnen und Gletschern vor Augen, das sind die Dinge, welche den jugendlichen Geist während der ersten zehn Jahre seines Lebens vorzugsweise erfüllten und heranbildeten, denn dann erst lernte er den Zwang einer eigentlichen Schule kennen. — Wie er später in Heidelberg und München seinen Studien obliegt, mit A. Braun und Schimper Freundschaft schließt, wie sich »die kleine Akademie« aufthut und die ersten selbständigen Arbeiten entstehen, wie Agassiz inmitten beständiger Verlegenheiten und Entbehrungen großartige Pläne zur Herausgabe immer neuer kostspieliger Werke faßt und sie mutig und voll Ausdauer durchführt — das liest sich alles wie ein spannender Roman. Nicht minder anmutend ist die Schilderung seines Verhältnisses zu Cuvier und A. v. Humboldt, seiner unermüdlichen, bahnbrechenden Thätigkeit in Neuchâtel, seiner Reisen nach England behufs Förderung der »poissons fossiles« und vor allem der berühmten Gletscheruntersuchungen, mit denen er ein ganz neues Feld der wissenschaftlichen Forschung erschloß.

Für deutsche Kreise wird vielleicht noch interessanter der die zweite Hälfte des Bandes füllende Bericht über seinen Aufenthalt in Amerika sein, wo er sich ja, was bei uns wenig bekannt sein dürfte, auch erst nach vieljährigen schweren Bemühungen aller Art eine gesicherte Stellung errungen hat. In der That nur seine reine, interesselose Begeisterung für umfassende wissenschaftliche Thätigkeit und seine edle dankbare Natur erklären es, daß er seiner zweiten Heimat treu blieb und die während jener Zeit an ihn ergangenen Berufungen nach Genf, Lausanne, Zürich und Paris (1857, an die Stelle von d'Orbigny!) ablehnte. Diese seltene Fähigkeit, persönliche Vorteile über höheren Zielen völlig zu vernach-

lässigen, seine eigene Aufopferung im Dienste der Wissenschaft und des Unterrichts (er gab mit gleichem Eifer naturgeschichtliche Stunden in der von seiner Frau geleiteten Mädchenschule, wie er die Studien seiner Spezialschüler überwachte und unterstützte oder Laien zur Mitarbeit heranzuziehen versuchte) machte ihn ganz besonders geeignet für die ihm zugefallene Mission in Amerika; anderseits verführte sie ihn leicht dazu, auch bei anderen eine ähnliche Hingebung zu erwarten und zu verlangen, was ihm den gewiß in den allermeisten Fällen ungerechten Vorwurf zuzog, daß er die Kräfte anderer, namentlich seiner Schüler, zum Zwecke eigener Verherrlichung ausnutze[1].

Agassiz' ablehnende Haltung gegenüber dem Darwinismus ist bekannt genug. Wäre er in Deutschland und bei ruhiger Forscherarbeit geblieben, so hätte er sicherlich auch die nötige Anregung und die nötige Zeit gefunden, um einsehen zu lernen, daß Darwin's That nur die Vollendung dessen war, was er selbst schon in jener ersten Periode eigenen Schaffens in München erkannt und in der Einleitung zu seinen »Poissons fossiles« ausgesprochen hatte. So aber ging es ihm ganz ähnlich wie C. E. v. Baer und R. Virchow: in der Vorstellung befangen, daß das Auftreten seiner »prophetischen« oder Sammeltypen und ihre Verdrängung

[1] In dieser Hinsicht ist eine Betrachtung der Herausgeberin anläßlich des Antrittes seiner Lehrthätigkeit in Neuchâtel (Herbst 1832) wohl wert, hier mitgeteilt zu werden (S. 119): „Von Anfang an war sein Erfolg als Lehrer ganz unzweifelhaft. Jetzt hatte er den Beruf gefunden, welcher von Jugend an bis in das hohe Alter die Freude seines Lebens war. Unterrichten wurde bei ihm zur Leidenschaft, und die Macht, welche er über seine Schüler ausübte, konnte nach seiner eigenen Begeisterung bemessen werden. Er war sowohl in geistiger als in gesellschaftlicher Beziehung ein Demokrat im besten Sinne des Wortes. Mit Entzücken streute er die höchsten Ergebnisse seines Denkens und seiner Forschungen mit vollen Händen aus und wußte sie dem Verständnis der jüngsten und ungeschultesten anzupassen. Auf seinen späteren Reisen in Amerika pflegte er dem Führer einer Landkutsche oder irgend einem Arbeiter, der am Weg Steine klopfte, mit demselben Eifer von den Erscheinungen der Gletscherwelt zu erzählen, den er bei Verhandlungen mit Fachgenossen über die wichtigsten Fragen an den Tag legte. Den einfachsten Fischer weihte er in seine wissenschaftlichen Gedanken ein, indem er ihm die innersten Geheimnisse des Baues und der Entwickelungsgeschichte der Fische erklärte, bis der Mann seinerseits in Begeisterung geriet und anfing, sich in Mitteilungen aus dem Vorrat seiner eigenen ungeschulten Beobachtungen zu ergehen. Agassiz' fester Glaube an die Empfänglichkeit selbst des unentwickeltsten Volksgeistes für die höchsten Naturwahrheiten wirkte ansteckend und er schuf und entwickelte das, woran er glaubte.“ — Und da wir einmal beim Citieren sind, so kann ich mir nicht versagen, hier noch einige Worte aus der Rede anzuführen, mit welcher Agassiz am 8. Juli 1873, ein halbes Jahr vor seinem Tode, die berühmte Sommerschule auf der Insel Penikese eröffnete. Seine Schüler waren zumeist reife Männer und Frauen und selbst schon seit Jahren im Lehramt thätig. „Sie werden,“ sagte er zu diesen, „überall, wo Sie auch lehren mögen, dieselben Grundlagen für den Unterricht finden, Sie können Ihre Schüler ins Freie führen und ihnen dieselbe Belehrung zu teil werden lassen und sie zum Verständnis derselben Gegenstände anleiten, welche Sie selbst hier studieren. Und diese Art, Kinder zu lehren, ist so natürlich, so anregend und wahr. Wenn die Natur selbst die unmittelbare Lehrmeisterin ist, so fehlt es den Stunden nie an Reiz. Man kann ihr nie die eigenen Ansichten aufzwingen. Sie führt uns zur absoluten Wahrheit zurück, sobald wir uns ihr überlassen.“ — In Nordamerika sind solche Sommerferienschulen für Lehrer jetzt „nichts Neues mehr; sie sind ein Teil des allgemeinen Unterrichtssystems geworden“. Und bei uns?

durch immer spezialisiertere Formen im Verlauf der Erdgeschichte auf einen vorbedachten Plan hinweise und unmöglich von »materiellen« Ursachen abhängig sein könne, sah er in der Deszendenzlehre, der Zuchtwahltheorie und ihren Konsequenzen nur eine Wiederbelebung Oken'scher Phantasien und mutete ihn Haeckel's Generelle Morphologie an wie ein Opus des alten Nees v. Esenbeck. Nicht unwesentlich scheint in dieser Frage auch sein Gottesglaube mitgesprochen zu haben, den er von Kindheit an festgehalten und der sich später höchstens in Anpassung an die Verhältnisse in Neu-England etwas mehr und auffälliger an der Oberfläche gezeigt hat. Gerne wollen wir über diesen Mangel hinwegsehen bei einem Manne, dessen ganzes an glänzenden Erfolgen reiches Leben so von aufopfernder Hingabe an die Wissenschaft und wahrer Menschenliebe durchdrungen war. — Daß die Übersetzung des Buches eine vorzügliche ist, braucht nach den angeführten Proben kaum noch erwähnt zu werden; ebenso verdient die Ausstattung desselben volles Lob.

B. V.

Hermann Schlegel. Lebensbild eines Naturforschers. Nach dem Holländischen des Prof. Gustav Schlegel in Leiden herausgegeben und bearbeitet von Hugo Köhler. Altenburg, Oskar Bonde, 1886. IV, 78 S. 8°. (Mit dem Bildnis H. Schlegel's in Lichtdruck.)

Nicht minder anziehend als die Gestalt Agassiz', wenn auch in viel bescheidenerem Rahmen, tritt uns hier ein Mann entgegen, der jenem in gar vielen Dingen, was Entwickelungsgang, Lebensstellung und Wirksamkeit, wissenschaftliche Ansichten u. s. w. betrifft, außerordentlich ähnlich war, der berühmte Direktor und Neubegründer des großen Leidener Reichsmuseums, ein geborener Altenburger. Wie Agassiz aus sehr engen Verhältnissen hervorgegangen, aber ungleich jenem ganz und gar auf autodidaktisches Streben angewiesen, hat auch Schlegel in früher Jugend schon seine Sinne für Naturbeobachtung geschult und die Tierwelt in ihren Wechselbeziehungen zu der organischen und unorganischen Umgebung auffassen gelernt, dann im fremden Lande (erst in Wien, bald aber dauernd in Leiden) eine Heimat und eine Stätte umfassenden und fruchtbaren Schaffens gefunden; gleich Agassiz ist aber auch er nicht mehr im stande gewesen, nach Darwin's Auftreten die Welt noch einmal von einem ganz anderen Standpunkt aus betrachten zu lernen: es ist, als ob die Überfülle des Materials, das diese Männer bewältigt und geordnet hatten, mit seiner physischen Schwerkraft so intensiv auf sie zurückgewirkt hätte, daß ihnen selbst eine geistige Umordnung desselben unmöglich und sinnlos vorkam. Um so bedenklicher mußten ihnen die nicht wegzuleugnenden Übelstände der modernen Richtung erscheinen, als sie den gewaltigen Aufschwung der wissenschaftlichen Morphologie und Physiologie, den diese der Entwickelungslehre verdankten, nicht mehr aktiv mitmachen konnten. — Einen besonderen Reiz gewinnt die vorliegende Biographie dadurch, daß sie zum größten Teil von Hermann Schlegel selbst erzählt ist.

B. V.

Einleitung in die Geisteswissenschaften. Versuch einer Grundlegung für das Studium der Gesellschaft und der Geschichte, von Wilhelm Dilthey, Professor der Philosophie an der Universität Berlin. (Leipzig, Duncker & Humblot 1883; 519 S. gr. 8°.)

Daß die reine Deskription der geschichtlich-gesellschaftlichen Wirklichkeit sich unzulänglich erweist, um allein die Grundlage der Geisteswissenschaften abzugeben — dies führt das groß angelegte Werk Dilthey's mit eigenartiger Auffassung und übersichtlicher Darstellung der bisher versuchten Begründungstheorien der Philosophen, Soziologen und Naturforscher in lehrreichster Weise — aber in einem innerlich möglichst ungeglätteten, schwerfälligen und gewundenen Stile aus. Ohne die Verdienste der historischen Schule zu verkennen, welche hauptsächlich darin bestehen, daß sie unser Bewußtsein des Geschichtlichen aus seinem Unterwürfigkeitsverhältnisse zur Metaphysik befreite, wird ihr der Vorwurf gemacht, daß sie bis heute noch nicht »die inneren Schranken durchbrochen hat, welche ihre theoretische Ausbildung sowie ihren Einfluß auf das Leben hemmen mußten«. Die Positivisten und die Empiristen versuchten jedoch vergebens, durch Übertragung naturwissenschaftlicher Prinzipien und Methoden eine lebendigere und tiefere Anschauung den Geisteswissenschaften zu Grunde zu legen. Die Unmöglichkeit, geistige Thatsachen aus den Thatsachen der mechanischen Naturordnung abzuleiten, hindert nicht die Einordnung ersterer in das System der letzteren. Wenn sich die Beziehungen innerhalb der geistigen Welt in der Art als unvergleichbar mit den Gleichförmigkeiten des Naturlaufs erwiesen haben, daß eine Unterordnung der geistigen Thatsachen unter jene, welche die mechanische Naturordnung festgestellt hat, ausgeschlossen ist, dann sind erst noch nicht »immanente Schranken des erfahrenden Erkennens aufgezeigt, sondern Grenzen, an denen Naturerkenntnis endigt und eine selbständige, aus ihrem eigenen Mittelpunkte sich gestaltende Geisteswissenschaft beginnt«. Im Zusammenhange der Resultate welche aus dem geschichtlichen Studium und aus der Naturerkenntnis erhalten sind, mit der Analyse der Thatsachen des Bewußtseins findet Verfasser eine wahre, weil auf das in letzter Instanz einzig sichere Wissen gestützte philosophische Grundlegung für das Studium der Gesellschaft und Geschichte. Wirklich real sind in der That nur die Vorgänge in unserem Bewußtsein — alles andere ist relativ; gleich jenem von Äußerlichkeiten bedingt, allein für die Erkenntnis unsicher. Wenn auch Dilthey mit der erkenntnis-theoretischen Schule von Locke, Hume und Kant vielfach übereinstimmt, so unterscheidet sich doch sein philosophischer Standpunkt dadurch, daß er im erkennenden Subjekte nicht bloß ein vorstellendes, sondern auch ein wollendfühlendes Wesen sieht. »Dem bloßen Vorstellen bleibt die Außenwelt immer nur ein Phänomen«, sagt er, in unserem ganzen wollendfühlend-vorstellenden Wesen dagegen »ist uns mit unserem Selbst zugleich — und so sicher als dieses — äußere Wirklichkeit (d. h. ein von uns unabhängiges Anderes, ganz abgesehen von seinen räumlichen Bestimmungen) gegeben: sonach als Leben, nicht als bloßes Vorstellen«.

Nachdem Verfasser im ersten einleitenden Buch die Notwendigkeit

einer erkenntnis-theoretischen Grundlegung für die Einzelwissenschaften des Geistes aus dem Wesen dieser Einzelwissenschaften heraus dargelegt hat, verfolgt er im zweiten Buch den Gang der historischen Entwickelung der Geistes- und Staatswissenschaften, vom Zeitraume der Herrschaft der Metaphysik bis zu ihrer notwendig erfolgten Emanzipation im vorigen Jahrhundert. Die bereits bei den alten Völkern angefangene Zersetzung der Metaphysik durch Skeptizismus findet vollends ihre Auflösung durch die Naturwissenschaft. Analog wird auch, sagt Dilthey, die metaphysische Konstruktion der Gesellschaft und der Geschichte zersetzt und aufgelöst durch die Analyse der Einzelwissenschaften der Gesellschaft und der auf diese gegründeten Geschichtswissenschaft. Der Hinweis auf den Widerspruch, welchen die Wirklichkeit dem metaphysischen Ideale entgegenstellt, und auf die Unhaltbarkeit der Metaphysik bildet den Abschluß des ersten Bandes. Einen gesicherten Zusammenhang der Erkenntnisse von der Gesellschaft und Geschichte nimmt sich Verfasser vor in einem zweiten Bande vorzulegen. Das ganze Werk soll »den Inbegriff von geschichtlichen und systematischen Einsichten vereinigen, deren der Jurist und der Politiker, der Theolog und der geschichtliche Forscher als Grundlage für ein fruchtbares Studium ihrer Einzelwissenschaften bedürfen«. Ein schönes und würdiges Ziel — das jedoch auch einer sprachlich klaren Darstellung wert ist, um weite Kreise zu fesseln! Sch.

Erfahrung und Denken. Kritische Grundlage der Erkenntnistheorie. Von Prof. Dr. Johannes Volkelt. Hamburg 1886. Voß. (XVI u. 556 S. 8°.)

Verf. geht davon aus, daß die Erkenntnistheorie ihre Probleme voraussetzungslos erfassen müsse. Objektive Erkenntnisprinzipien dürfen also nicht festgehalten oder aufgestellt werden, objektiv richtig sei aber, was über das individuelle Bewußtsein hinausgeht und auf Anerkennung aller denkenden Subjekte Anspruch erheben kann. Ist aber von Etwas objektiv sicher anzunehmen, daß es auf ein Transsubjektives, id est Transscendentes, hinter Bewußtsein und Erfahrung Liegendes hinweise? Die Erkenntnis läuft ja ebenso im Bewußtsein ab wie die Aufnahme der Erfahrung, die durch dasselbe geschieht. Die auf Rettung der Metaphysik gehende Richtung will uns, offen gesagt, nicht behagen. Sch.

Die Gesetze der sozialen Entwickelung von Dr. Th. Hertzka. Leipzig 1886. Duncker & Humblot. XVII u. 300 S.

Verf. will in der Beobachtung der sozialen Erscheinungen eine Methode befolgt sehen, die keine Gesetze in die Welt hineininterpretiere, sondern solche von der Wirklichkeit lerne. Nun nimmt er aber als Axiom an, daß der Entwickelungsgang der Menschheit ebenso ein Naturprozeß

sei wie jener eines Tieres, und fügt hinzu, daß die Natur bloß das Recht des Stärkeren anerkenne, daß ihre Moral nur »Artentwickelung« heiße. Daß die Gesetze der Gesellschaft Entwickelungsgesetze im Sinne der Naturgeschichte sind, sei auch Verf. gegenüber bezweifelt. Die sozialen Gesetze, die er aufstellt, führen zwar zu einem zauberischen Bild der Zukunft, daß dasselbe aber erreichbar sei, bezweifeln wir ebenfalls. H. verlangt Aufhebung des Grundeigentums (dieses »Naturmonopols«) und die Bildung freier Arbeiterassoziationen, welche den Unternehmergewinn den assoziierten Arbeitern zuführen. Wenn selbst die heutigen materiellen Sorgen der Menschen so ganz schwinden könnten, wie dies H. als möglich darstellt, würde doch das Glück nicht so vollständig sein, weil neue Bedürfnisse erwachen würden — ihre Entwickelung scheint ja unbegrenzt — und die Moralität würde auch nicht so ungemein hoch steigen, als Verf. es annimmt. Sch.

Alfr. Binet: La psychologie du Raisonnement. Recherches expérimentales par l'hypnotisme. Paris 1886, F. Alcan.

Das Werk basiert auf — in Deutschland kaum üblichen — hypnotischen Versuchen, welche die Handhabe zu psychologischen Experimenten bieten. Die Wahrnehmung enthält sinnliche und geistige Elemente — sagt Verf. — sie ist der Prozeß, in welchem der Geist einen sinnlichen Eindruck mit Vorstellungen begleitet. Die Vorstellungen sind, fährt er fort, so mannigfaltig wie die Arten der Sinneseindrücke; die Vorstellungen sind mit den sinnlichen Empfindungen verwachsen [1]. Binet stellt nun zwei Gesetze auf: Die Regungen, Empfindungen, Gedanken haben die Tendenz, gleiche Regungen, Empfindungen etc., welche man früher hatte, zu erwecken, und: Wenn zwei ähnliche Bewußtseinszustände zur gleichen Zeit oder in unvermittelter Folge auftreten, so verschmelzen sie und bilden nur einen einzigen Bewußtseinszustand. — In der Wahrnehmung verbinden sich sinnliche Eindrücke mit Vorstellungen und die Denkprozesse entstehen auf dieselbe Art wie jene der Wahrnehmung. Wenn wir sagen, Sokrates sei sterblich, so geschieht dies, weil wir wissen, daß die Menschen es sind, und weil Sokrates die Vorstellung eines Menschen in uns erweckt. So ist die Wahrnehmung nur ein weniger bewußtwerdender Denkprozeß.

Die Theorie ist geistreich und die angeführten Thatsachen sind interessant. Trotzdem wäre es unser Wunsch, was P. Janet in der Revue Philosophique aus Anlaß dieses Werkes aussprach: vom Verf. noch die Vorgänge beim »Urteil« auf ebendieselbe interessante Art untersucht zu sehen wie die Thatsachen der Wahrnehmung, bevor er sein letztes Wort in bezug auf die Denkvorgänge abgäbe. Sch.

[1] Man sehe diesbezüglich die hypnotischen Versuche und die Werke des Wiener Physiologen Prof. S. Stricker: „Studien über das Bewußtsein“ (1878), „Studien über die Association der Vorstellungen“, „Studien über die Bewegungsvorstellungen“, „Physiologie des Rechts“ (I. Hauptstück) und sein: „Du langage et de la musique“ (Paris, 1885).

Dr. H. Dewitz, Kustos am königl. zoolog. Museum in Berlin: Anleitung zur Anfertigung und Aufbewahrung zootomischer Präparate für Studierende und Lehrer. Mit 12 Tafeln. Berlin, Mayer & Müller. 1886. 96 S. 8°.

Dieser kurze Leitfaden ist genau und aufs beste den Bedürfnissen der Lehrer an unseren höheren Schulen sowie der Studierenden und aller derjenigen angepaßt, die ein lebhafteres und tiefer gehendes Interesse an der Zoologie nehmen. Seitdem man endlich auch im Unterrichte anfängt, mehr Gewicht auf die Kenntnis des anatomischen Baues der Tiere zu legen, ist ein solches Hilfsmittel ganz besonders nötig geworden. Denn wie das Vorwort sehr richtig beklagt, fehlt es gegenwärtig noch den meisten Studierenden an Zeit oder Gelegenheit, um unter geeigneter Anleitung auch nur einige Übung im Sezieren von Tieren zu erlangen, und über die Aufbewahrung zootomischer Präparate werden sie auf den allermeisten unserer Universitäten überhaupt nicht belehrt; in dieser Hinsicht wird heutzutage viel zu einseitig die Mikroskopie bevorzugt. Nach dem Examen soll dann der also Vorbereitete ohne weiteres im stande sein, an der Hand eines der neueren Lehrbücher den Unterricht in der gesamten Zoologie zu erteilen — was wunder, wenn er sich damit begnügt, den Schülern einiges aus der »allgemeinen Zoologie« und die wichtigsten systematischen Begriffe beizubringen, und vom inneren Bau selbst der Wirbeltiere fast nur das Skelett in natura vorführt und wirklich zur Anschauung bringt!

Dieses wesentliche Hindernis eines besseren zoologischen Unterrichts auf den mittleren und höheren Schulen wird das vorliegende Büchlein sicherlich mit großem Erfolge hinwegräumen helfen, sofern nur etwas guter Wille und Interesse an der Sache von seiten des Benützers desselben hinzukommt. Verf. beschreibt auf Grund langjähriger eigener Erfahrungen alle die verschiedenen Handgriffe und Konservierungsmethoden, die zur Herstellung guter zootomischer Dauerpräparate erforderlich sind, und zwar geht er dabei stets so vor, daß Schritt für Schritt von der Tötung des betreffenden Tieres an jede zu beobachtende Vorsichtsmaßregel, jede Einzelheit der ganzen Prozedur bis zur fertigen Aufstellung des Präparats zur Besprechung kommt. 80 Originalabbildungen auf 12 Tafeln erläutern den Text. Den Zwecken des Ganzen entsprechend sind nur einheimische Land- und Süßwassertiere berücksichtigt und ebenso ist, was noch ganz besonders hervorgehoben zu werden verdient, überall darauf Bedacht genommen, wie auch mit den einfachsten Apparaten und den billigsten und bequemsten Mitteln gute Leistungen erzielt werden können. — Wir empfehlen das Schriftchen aufs wärmste und sind überzeugt, daß es trotz seiner Kürze und bescheidenen Form weit mehr Nutzen stiften wird als der unseres Erachtens einer unverdienten Verbreitung sich erfreuende zootomische Leitfaden von Mojsisovics. B. V.

Ethik. Eine Untersuchung der Thatsachen und Gesetze des sittlichen Lebens. Von Wilhelm Wundt. Stuttgart, Ferd. Enke, 1886. XI, 577 S. gr. 8^0.

Es ist uns leider nicht mehr vergönnt, einer Besprechung dieses vor kurzem erst eingegangenen bedeutenden Werkes im Kosmos den Raum zu widmen, der ihr gebühren würde; immerhin aber wird unseren Lesern ein wenn auch kurzer Hinweis auf dasselbe doch lieber sein als gar keiner. Den Standpunkt des Verf. kennzeichnet schon der Titel des Werkes, noch deutlicher thun dies gleich die ersten Zeilen des Vorworts: nicht auf metaphysischen Boden läßt sich eine Ethik gründen, denn diese hat selbst das wichtigste zu den Fundamenten einer allgemeinen Weltanschauung beizutragen; nur empirische Untersuchungen und zwar einerseits die Psychologie im herkömmlichen beschränkten Sinne (als Individualpsychologie), viel mehr aber noch die Völkerpsychologie können das Material liefern, auf welches ein System der Ethik gebaut werden kann. So kommt hier die Idee der Entwickelung zu ihrem Recht. Der ganze I. Abschnitt des Buches (S. 15—233) beschäftigt sich damit, die allmähliche Hervorbildung der sittlichen Vorstellungen und Ideale darzulegen, zunächst wie sie in der Sprache zu immer bestimmterem Ausdruck gelangen, dann wie die religiösen Anschauungen und die durch Sitte und Recht geregelten sozialen Erscheinungen in ihren mannigfaltigen Formen zugleich auch das Sittliche zur Entfaltung bringen; insbesondere wird hier das Verhältnis der Sitte zum Instinkt, zur Religion und zum Recht, die Entstehung der Umgangsformen, der Familie, der Staatsformen, der Rechtsordnung u. s. w. einer eingehenden Besprechung unterzogen. Im 4. Kapitel endlich werden die Natur- und die Kulturbedingungen der Sittlichkeit untersucht und zusammenfassend die sittlichen Triebe auf die zwei psychologischen Grundmotive der »Ehrfurchts- und der Neigungsgefühle« zurückgeführt, von denen jene ursprünglich auf übermenschliche Wesen und Kräfte, diese auf die Mitmenschen sich beziehen. Als »allgemeine Gesetze der sittlichen Entwickelung« erkennen wir die Sätze, daß die sittlichen Begriffe eine successive Differenzierung und Unifizierung durchlaufen (Gesetz der drei Stadien) und daß die Handlungen über ihre Zwecke hinausreichen und so immer neue Motive erzeugen, die wiederum weiterwirken, also ein beständiges Werden auch der sittlichen Anschauungen bedingen (Gesetz der Heterogenie der Zwecke).

Der II. Abschnitt gibt eine Geschichte der philosophischen Moralsysteme, aus der wir namentlich die »christliche Ethik« als ein Muster klarer und tiefgreifender Darstellung der verwickeltsten Strebungen herausheben möchten. Den Schluß bildet eine allgemeine Kritik der Moralsysteme, welche insbesondere auch, bei voller Anerkennung ihrer Vorzüge, die Schwächen des Utilitarismus und der bisherigen vom Standpunkt der Entwickelungslehre aus unternommenen Versuche einer wissenschaftlichen Begründung der Ethik in sehr lehrreicher Weise aufzeigt.

Im III. Abschnitt: »Die Prinzipien der Sittlichkeit« (S. 372—510), sucht Verf. diese Begründung selbst zu geben, indem er »von dem Einzelwillen als der zunächst in der unmittelbaren Wahrnehmung gegebenen Thatsache« ausgeht — wir können leider nur mit einem

Worte der fesselnden Erörterungen dieses Abschnitts über Willen und Bewußtsein, über Individualwillen und Gesamtwillen, über die Willensfreiheit (die im Sinne einer psychologischen Determination entschieden wird) und das Gewissen gedenken — und sodann nachweist, »wie sich aus den ursprünglichen Eigenschaften des Einzelwillens und den Bedingungen, denen er unterworfen ist, Motive und Normen des Handelns entwickeln, die, über das individuelle Bewußtsein hinausreichend, auf einen Gesamtwillen zurückweisen, dessen Träger die Einzelnen und in dessen umfassenderen Zwecken ihre individuellen Lebensaufgaben eingeschlossen sind«. Nachdem unter diesem Gesichtspunkt namentlich die Straf- und Rechtstheorien betrachtet und damit überhaupt die theoretische, der Vergangenheit zugewandte Ethik abgeschlossen worden, bleibt nun im IV. Abschnitt: »Die sittlichen Lebensgebiete« (S. 511—577) noch die praktische Ethik zu besprechen, welche die Möglichkeiten und die Hilfsmittel festzustellen sucht, die in der Zukunft eine Verwirklichung der im Bisherigen erkannten Normen gestatten oder versprechen. Hier mußte sich Verf., in den vier letzten Kapiteln: »Die einzelne Persönlichkeit, Die Gesellschaft, Der Staat, Die Menschheit«, nur auf Andeutungen beschränken, die freilich wieder wertvoll genug sind und uns bereits die Gewähr geben, daß wir in den selbständigen Bearbeitungen der einzelnen ethischen Wissenschaften, der Pädagogik, der Rechtsphilosophie, der Philosophie der Gesellschaft und der Geschichte, mit denen uns Verf. wohl in den nächsten Jahren beschenken wird, ebensolche Fundamentalwerke erhalten werden, wie wir sie in seiner Physiologischen Psychologie, seiner Logik und seiner Ethik schon besitzen.

B. V.

Bibliographie.

Naturkundliche Volksbücher. Allen Freunden der Natur gewidmet von **L. Busemann**, Lehrer an der städt. Volksschule in Emden. In 2 Bänden, mit zahlr. Holzstichen. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 1885/86. 8°. Bisher 19 Liefergn. (XIV, 781, 432 S.).

Dieses Werk, dessen Erscheinen wir 1885, II. Bd. S. 478 anzeigten, ist bereits seiner Vollendung nahe gerückt und hat in den nun vorliegenden Partien entschieden noch mehr gehalten, als der Anfang versprach. Das sind wirkliche Volksbücher, nicht bloß vermöge der leicht faßlichen Darstellung und der munteren, oft halb zwiegesprächartigen Schreibweise des Verf., sondern namentlich auch in dem Sinne, daß hier der Betrachtung jedes einzelnen Gegenstandes alles das angereiht wird, was naturgemäß damit in Zusammenhang steht, insbesondere also Nutzanwendungen der gefundenen physikalischen Gesetze auf den Menschen und seine Verhältnisse. Der erste Band behandelt „Das Wasser", „Die Luft" und „Die Wärme", der zweite Band Licht, Schall und Magnetismus[1]. Im ersten und zweiten Abschnitt werden wir u. a. an passenden Stellen in die wichtigsten Thatsachen und Verallgemeinerungen der Meteorologie eingeführt, im zweiten ist aber außerdem noch sehr ausführlich von der Atmung der Tiere und Pflanzen, von der Lüftung unserer Wohnungen, von der richtigen Konstruktion der Öfen, Lampen, Abtritte u. s. w., kurz von allen den Dingen die Rede, welche auf die Beschaffenheit unserer Atmungsluft von Einfluß sein können. Ähnlich sind, um noch zwei Beispiele zu nennen, in dem Kapitel über Leitung und Strahlung der Wärme zugleich die Vorkehrungen der Pflanzen und Tiere wie die Einrichtungen der Menschen gegen unzuträglichen Wärmeverlust erörtert und der Beschreibung von Auge und Ohr auch mancherlei beherzigenswerte Winke in bezug auf Schonung dieser Organe im gesunden und richtige Pflege im kranken Zustande beigefügt — wobei es sehr angenehm berührt, wie entschieden Verf. vor verständnislosem Herumprobieren warnt und auf rechtzeitige Zuziehung des Arztes dringt. — Nur selten stießen wir auf Mängel der a. a. O. gerügten Art, welche verraten würden, daß Verf. den Stoff selber noch nicht genügend beherrschte. Bloß um ihn für den Fall einer neuen Auflage darauf aufmerksam zu machen, führen wir die folgenden Stellen an. Nach S. 268 sollen die Knochen vieler Vögel „nicht etwa mit warmer und leichter Luft gefüllt, sondern noch leichter, nämlich luftleer" sein. S. 274 wird beschrieben und abgebildet, wie O und H aus im übrigen geschlossenen Flaschen durch zwei Glasröhren ausströmen und eine Flamme unterhalten. S. 556 lauten die Erklärungen über Wesen und Entstehung der Kometen doch etwas zu bestimmt und zweifelsohne. S. 681 scheinen recht unklare Vorstellungen hinsichtlich der Folgen zu starker Erhitzung des Körpers, besonders für das Gleichgewicht im Blutkreislauf, obzuwalten. Bd. II, S. 208 ist die Erklärung des Farbenwechsels der Blätter und Früchte zu ausschließlich physikalisch und zugleich teleologisch gehalten: überhaupt will Verf. offenbar von der Entwickelungslehre und der auf diese gegründeten biologischen Erklärung solcher Thatsachen nicht viel wissen. Bd. II, S. 313 heißt es: weil „das ovale Fenster etwa 20mal so klein ist wie das Trommelfell, so muß sich der Schall nach und nach auf einen 20mal so engen Raum zusammendrängen," was „ohne entsprechende Verstärkung der Schallwelle gar nicht möglich ist". — Doch das sind wie gesagt vereinzelte Unvollkommenheiten: im ganzen können wir das Geschick, die Kenntnis und die Begeisterung, mit denen Verf. seiner schwierigen und zugleich so hochwichtigen Aufgabe gerecht geworden ist, nicht genug anerkennen. Sein Werk verdient vor vielen anderen in Schul- und Volksbibliotheken aufgenommen und unter allen Schichten unserer Bevölkerung verbreitet zu werden: das ist wirklich gesunde Kost für sie. Wir würden uns herzlich freuen, auch die übrigen Gebiete der Naturwissenschaft vom Verf. in ähnlicher Weise bearbeitet zu sehen.

B. V.

[1] Elektrizität und Mechanik sollen den Schluß bilden.

Leunis' Synopsis der Tierkunde, dritte gänzlich umgearbeitete Auflage von Prof. Dr. **Hubert Ludwig** in Gießen (Hannover, Hahn'sche Buchhandlung), ist schon zu Anfang dieses Jahres mit der 2. Hälfte des II. Bandes zu einem glänzenden Abschluß gekommen. Dem, was wir früher über den I. Band dieser Neubearbeitung bemerkten (XII, S. 399 und XIV, S. 470), braucht bloß beigefügt zu werden, daß der vorliegende Band in noch viel höherem Maße dem Inhalt nach ein ganz neues Werk darstellt als der erste; überall ist die Systematik dem neuesten Stande gemäß umgestaltet, der morphologische Gesichtspunkt in erster Linie zur Geltung gebracht worden. Wer die alljährlich über die Welt der niederen Tiere erscheinenden Arbeiten verfolgt, wird ermessen können, was für eine gewaltige Leistung in diesem Buche steckt Die Abbildungen (der I. Bd. enthält deren 955, der II. Bd. sogar 1160) verdienen das höchste Lob: so einfach sie ausgeführt sind, sie zeigen doch alle gerade das, was sie zeigen sollen, und da ist keine einzige, die bloß zum Schmuck oder zur Raumfüllung dienen würde. Der Paläontologie ist besonders bei Brachiopoden, Krustaceen, Echinodermen und Anthozoen die gebührende Berücksichtigung zu teil geworden. — So dürfen wir das ganze Werk trotz seines bescheidenen Gewandes als eine Zierde unserer Litteratur, als ein durch Gediegenheit und Reichhaltigkeit ebenso wie durch glückliche Vereinigung theoretischer und praktischer Zwecke gleich ausgezeichnetes Hilfsmittel bezeichnen, das wir jedem Freunde der Tierwelt als zuverlässigsten Ratgeber und Führer aufs wärmste empfehlen.

Dr. **L. Rabenhorst's** Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz (Leipzig, Verlag von Ed. Kummer) hat in den letzten beiden Jahren eine wesentliche Förderung erfahren. Nachdem, wie schon früher (1884, I. S. 471) berichtet wurde, vom Ersten Bande, dem Pilzwerke von Dr. G. Winter, die I. Abteilung, Schizo-, Saccharo- und Basidiomyceten umfassend, mit der 13. Lieferung abgeschlossen worden, ist die II. Abteilung nunmehr von der 14. bis zur 24. Lieferung vorgeschritten. Diese 11 Hefte behandeln freilich erst einen Teil der IV. Klasse der Pilze, der Ascomyceten, und zwar die kleine Ordnung der *Gymnoasceae* (deren erste Familie *Exoasci* von Professor Sadebeck bearbeitet wurde), dann von der 2. Ordnung *Pyrenomycetes* die *Perisporiaceae* und *Hypocreaceae* und (in 8 Heften) den größten Teil der formenreichen *Sphaeriaceae*, so daß also nach Abschluß der letzteren von dieser Ordnung noch die *Dothidaceae* und sodann die 3.—5. Ordnung: *Hysteriaceae*, *Discomycetes* und *Tuberaceae* zu bearbeiten bleiben, denen endlich die von Prof. de Bary übernommenen Oomyceten folgen sollen. Von der Überfülle des zu erledigenden Materials mag schon das einigermaßen einen Begriff geben, daß die letzte der hier beschriebenen Pilzarten die Nummer 4157 trägt! Trotzdem wird es mit Hilfe der sorgfältigen Diagnosen und namentlich der gerade für diesen Zweck ausgewählten klaren Abbildungen nicht allzu schwer sein, sich in diesem Formengewirre zurechtzufinden. Wie Verf. mitteilt, war er durchweg auf Grund eigener Prüfung genötigt, so bedeutende Korrekturen an den bisherigen Diagnosen vorzunehmen, daß seine Bearbeitung der Pyrenomyceten zum weitaus größten Teile als ein selbständiges und neues Werk zu bezeichnen ist.

Der Zweite Band, die Meeresalgen Deutschlands und Österreichs, bearbeitet von Dr. Ferd. Hauck (vergl. Kosmos XII, 392), ist, wie wir aus den Ankündigungen ersehen, schon seit Anfang vorigen Jahres in 10 Lieferungen mit 583 Abbildungen und 5 Lichtdrucktafeln zum Preise von 28 Mk. vollständig erschienen; gesehen haben wir davon nur die zwei ersten Hefte.

Die Bearbeitung des Dritten Bandes: Die Farnpflanzen oder Gefäßbündelkryptogamen *(Pteridophyta)*, worunter also nicht bloß die eigentlichen Farne, sondern auch die Ophioglosseen, Rhizokarpeen, Schafthalme und Bärlappgewächse verstanden werden, ist Prof. Dr. Chr. Luerssen in Eberswalde anvertraut und von ihm in den bisher erschienenen 8 Lieferungen (zu Mk. 2,40) vortrefflich durchgeführt worden. Dieselben behandeln nach einer Übersicht des Systems und einer eingehenden morphologischen Charakteristik der I. Ordnung *Filices* (im engeren Sinne) von den im deutschen Florengebiete vertretenen Unterordnungen zunächst die *Hymenophyllaceae* mit der einzigen Art *Hymenophyllum Tunbridgense* und sodann die sämtlichen *Polypodiaceae*. Was der Prospekt versprach

(vgl. Kosmos 1884, I. 471), ist hier in erfreulichster Weise gehalten, und die vielen guten Abbildungen (bis jetzt 169) erhöhen noch bedeutend den Wert der Arbeit, deren Umfang aber natürlich — nicht zum Schaden der Benutzer derselben — um das vielfache über die erst geplanten vier Hefte hinauswachsen wird.

Endlich ist seit vorigem Jahr Band IV. Die Laubmoose, bearb. von K. G. Limpricht in Breslau im Erscheinen begriffen (bisher 4 Lieferungen zu Mk. 2,40; das ganze Buch ist auf 10—12 Lieferungen berechnet). Noch mehr als bei den früheren Abteilungen ist hier darauf Rücksicht genommen, zunächst in einer ausführlichen und mit vielen Abbildungen ausgestatteten Einleitung die Morphologie und die Grundzüge der Entwickelungsgeschichte dieser Gruppe zu behandeln; und selbst die Artbeschreibungen sollen außer den bekannten morphologischen Merkmalen stets auch die anatomischen Verhältnisse berücksichtigen. Für eine des ganzen Unternehmens würdige Lösung der Aufgabe bürgt der Name des Verfassers.

Rudolf Falb: Das Wetter und der Mond. Eine meteorologische Studie. Wien, A. Hartleben. 1887. 84 S. kl. 8°.

Verf. verteidigt in diesem hübsch ausgestatteten Schriftchen seine schon früher (1876 und 1881) ausgesprochene Ansicht, daß die Anziehung des Mondes unter besonders günstigen, sog. Flutkonstellationen, auch eine atmosphärische Hochflut, d. h. eine Beschleunigung in der Zirkulation der beiden großen atmosphärischen Ströme bewirke, durch die hierbei stattfindende heftige Reibung verschieden warmer Luftschichten Elektrizität erzeuge und so insbesondere die oft so heftigen Wintergewitter veranlasse. Nur schließt er sich jetzt zudem der von Prof. Sohncke gegebenen Erklärung des Ursprungs der Gewitterelektrizität an, welche die Reibung von Wasserteilchen mit feinen Eisnadeln als Ursache voraussetzt. Zur Stütze dieser offenbar nun schon recht wohlbegründeten Theorie vom Einfluß des Mondes oder besser der Mondstellung auf den Gang der Witterung führt er im ganzen 51 Fälle aus sehr verschiedenen Jahren an, wo ein Zusammenfallen von Flutkonstellationen mit beträchtlichen atmosphärischen Störungen deutlich hervortrat. Unseres Erachtens müßten jedoch einer solchen Tabelle sämtliche überhaupt beobachteten Gewitter gegenübergestellt werden, wenn man den behaupteten Zusammenhang thatsächlich beweisen will. Am Schlusse erklärt sich Verf. selbst sehr entschieden gegen eine voreilige Ausbeutung seiner Theorie für die Praxis.

1) Prof. Dr. **Otto Krümmel, Der Ozean.** Eine Einführung in die allgemeine Meereskunde. 250 S. m. 77 Abbildungen.

2) Prof. Dr. **J. J. Egli, Die Schweiz.** 218 S. m. 48 landschaftl. Abbildgn.

3) Prof. Dr. **R. Hartmann, Madagaskar und die Inseln Seychellen, Aldabra, Komoren und Maskarenen.** 160 S. m. 51 Abbildungen.

[1—3: „Das Wissen der Gegenwart", Bd. 52, 53, 57. Leipzig, G. Freytag; Prag, F. Tempsky. 1886. kl. 8°. Gebunden je 1 Mk.]

No. 1 ist ein ordentliches Kompendium der Meereskunde, trotz des geringen Umfangs merkwürdig vollständig, genau und zuverlässig in allen Teilen und dabei doch allgemein verständlich geschrieben. Obwohl die Arbeit im großen Ganzen der Stoffgruppierung in v. Boguslawski's „Handbuch der Ozeanographie" (Stuttgart, J. Engelhorn. 1884) folgt, so ist sie doch keineswegs etwa ein bloßer Auszug aus letzterem übrigens erst zur Hälfte erschienenen Werke, geht auch vielfach in der Erläuterung der beschriebenen Erscheinungen über jenes hinaus. Durchweg sind, wie vom Verf. nicht anders zu erwarten war, die neuesten Forschungen und Ermittelungen berücksichtigt und die Abbildungen so ausgewählt, daß sie in der That wesentlich zum Verständnis des Textes beitragen. Wir glauben dieses Bändchen für eines der gediegensten und wertvollsten in der ganzen Serie erklären zu dürfen.

No. 2 häuft auf engem Raume erstaunlich viel Material zusammen und gewährt einen guten, durch zahlreiche Ansichten ergänzten Überblick über Geographie, Ethnographie und Geschichte der Schweiz. Freilich bleibt die Schilderung überall an der Oberfläche, ist mehr notizenartig, wobei auch Wiederholungen (bei der Behandlung der einzelnen Landschaften und Kantone) nicht völlig vermieden sind. Auf den geologischen Aufbau oder die Entstehungsgeschichte des Hochgebirges, der Voralpen u. s. w., auf die Eiszeit und ihre Wirkungen wird mit keinem Worte eingegangen; auch die heutigen Gletscher sind ungenügend, z. T. sogar falsch geschildert und erklärt. In der Skizze der Kantonalverfassungen ist zu erwähnen

vergessen worden, daß die alte Landsgemeinde mehrfach heute noch besteht. Doch der Schwerpunkt des Büchleins liegt ja nicht in diesen Dingen.

Hartmann's „Madagaskar" ist Bd. V von „Der Weltteil Afrika in Einzeldarstellungen" und das dritte der von ihm bearbeiteten Bändchen über ostafrikanische Gebiete, wie denn auch in diesem vielfach auf jene Bezug genommen wird. Wenn gleich Verf. hier nicht wie dort aus eigener Anschauung berichten kann, so kommt ihm doch selbstverständlich seine genaue Kenntnis der Natur, des Klimas, der Bodenprodukte und Menschenrassen Ostafrikas sehr zu statten, und so vermag er uns an der Hand der besten Quellen ein sehr anziehendes, bis ins einzelne ausgearbeitetes Bild jener fernen Wunderinsel zu geben. Besonders ausführlich verweilt Verf. mit Recht bei der eigenartigen Tierwelt Madagaskars und ihren Beziehungen zum Festland, zu Ostasien und Südamerika, und ferner bei der Charakteristik der verschiedenen, die Insel bewohnenden Völkerstämme, ihrer Geschichte und der Frage von ihrer Herkunft. Für die Howas glaubt er einen nahen Zusammenhang mit der polynesischen Rasse, für die Sakalawa dagegen eine Invasion vom afrikanischen Festland annehmen zu müssen. Sehr rühmenswert sind auch hier die zahlreichen Abbildungen.

Zum Schlusse wollen wir nicht unerwähnt lassen, daß jedes dieser Bändchen mit einem ausführlichen Register und einem Verzeichnis der Abbildungen versehen ist.

Von den in Ernst Günther's Verlag in Leipzig erschienenen **„Darwinistischen Schriften"**, welche unseren Lesern sämtlich bekannt sein dürften, ist jetzt eine neue billige (Volks-)Ausgabe veranstaltet worden. Die 15 kleineren Bändchen der ersten Folge kosten je 2 Mk., die 9 größeren (I—III. Schultze, Philosophie der Naturwissenschaften; IV. Du Prel, Entwickelungsgeschichte des Weltalls; V. Romanes, Geistige Entwickelung im Tierreich; VI. Krause, Biographie Darwin's; VII. Darwin's gesammelte kleinere Schriften; VIII, IX. Du Prel, Philosophie der Mystik — die sich allerdings unter diesen „monistischen" Werken etwas sonderbar ausnimmt) je 5 Mk. Wir wollen nicht unterlassen, angelegentlich auf das hier Gebotene aufmerksam zu machen.

Der zur diesjährigen Naturforscherversammlung neu erschienene **„Führer durch das naturwissenschaftliche Berlin"** von Dr. **Carl Lorenz**. Mit 3 Grundrissen und 3 Plänen. Berlin 1886, Fischer's medizinische Buchhandlung, H. Kornfeld. XI, 236 S. kl. 8°. (2 Mk.) wird vielleicht schon manchem unserer Leser anläßlich jener Versammlung gute Dienste geleistet haben; noch mehr Nutzen wird er aber demjenigen gewähren, der, ohne durch Festlichkeiten und Verhandlungen aller Art in Anspruch genommen zu sein, die ausgedehnten naturwissenschaftlichen Hilfsmittel, welche Berlin darbietet, kennen lernen und benutzen will. Die „praktischen Vorbemerkungen" (S. 1—32) in Verbindung mit dem beigefügten Stadtplan ersetzen einen Bädeker mehr als vollständig, da sie eben überall insbesondere auf die Bedürfnisse des „naturwissenschaftlichen Reisenden" Rücksicht nehmen, und die Angaben über wissenschaftliche Institute, höhere Lehranstalten, Behörden, Privat-Institute und -Sammlungen, Gesellschaften und Vereine, Bibliotheken, in Berlin erscheinende wissenschaftliche Zeitschriften dürften wohl kaum eine Frage ohne Antwort lassen. Bei den Hochschulen sind auch die wichtigsten Vorlesungen mit aufgeführt. Ein Personalverzeichnis, ein alphabetisches Sach-Register und ein Straßenverzeichnis beschließen das nützliche Büchlein. Trotz der beschleunigten Herstellung desselben sind doch nur sehr wenige Fehler und Lücken zu bemerken. Unter den wissenschaftlichen Vereinen fehlt z. B. die „Physiologische Gesellschaft"; im Personalverzeichnis sollten wenn möglich auch die hervorragenderen in Berlin lebenden Privatgelehrten und Schriftsteller genannt werden.

Die Stellung der Honigbehälter und der Befruchtungswerkzeuge in den Blumen. Von **Karl Friedrich Jordan**. Organographisch-physiologische Untersuchungen. Inaug.-Diss. Halle a. S. 1886. 8°. 56 p. 2 Tafeln.

Verf. stellt den allgemeinen Satz auf:

Wie die Blumen durch Vermittelung der Insekten befruchtet werden, so sind sie auch in ihren Einrichtungen dem Insektenbesuch angepaßt.

Ferner behauptet er im besonderen:

1) In terminal oder annähernd terminal stehenden Blumen, d. h. solchen, zu denen den Insekten der Zutritt von allen Seiten in gleichem Maße offensteht, dient die Mitte oder der ganze Rand gleichmäßig als Anfliegestelle für die Insekten; daher sind diese Blumen meist völlig regelmäßig oder doch nicht einseitig-zygomorph. — In Blumen, welche seitlich an einer Hauptachse stehen, bei denen also den Insekten auf einer Seite ein leichterer Zutritt geboten wird, dient meist die von der Ähre weggewendete, bisweilen — bei wagerecht stehenden Blumen wie *Scrophularia* — die ihr zugewendete Seite des Blumenrandes als Anfliegestelle, und diese Blumen zeigen eine sich auf einen, mehrere oder alle Blütenkreise erstreckende Zygomorphie, welche durch Züchtung seitens der Insekten entstanden ist. Die Zygomorphie erstreckt sich auch und sogar vorzüglich auf die Honigbehälter. Vergl. 2.

2) Die Honigbehälter sind auf derjenigen Seite der Blume entweder nur vorhanden oder doch stärker entwickelt, auf welcher sich die Anfliegestelle für die Insekten befindet (Ausnahme bilden *Digitalis, Calluna, Lilium Martagon, L. pulchellum* und Papilionaceen). — In regelmäßigen Blumen sind daher die Honigbehälter ringsum gleichmäßig ausgebildet.

3) Die Staubgefäße wenden ihre Beutel mit den Öffnungsseiten der Anfliegestelle der Insekten zu, daher im ganzen auch den Honigbehältern.

4) Wenn in regelmäßigen Blumen die Staubgefäße ohne Biegungen verlaufen und ebensowenig Drehungen oder Kippungen erfahren, so finden sich bei introrsen Staubgefäßen die Honigbehälter innerhalb, bei extrorsen Staubgefäßen außerhalb ihres Kreises vor; bei teilweise introrser, teilweise extrorser Beschaffenheit der Staubgefäße befinden sich die Honigbehälter zwischen dem Kreise der introrsen und dem der extrorsen Staubgefäße; solche mit seitlich sitzenden Beuteln verhalten sich wie introrse, wenn die Honigbehälter sich innen befinden und der Insektenbesuch von außen erfolgt, wie extrorse im umgekehrten Fall.

5) Wie die zygomorphen Blumen aus regelmäßigen durch Züchtung seitens der Insekten hervorgegangen sind, so sind bei vielen Blumen die Streckungen und sonstigen Bewegungen der Staubgefäße und der Griffel als für die Bestäubung zweckmäßige Einrichtungen entstanden. Die Stellung der Befruchtungswerkzeuge vor der Bestäubungszeit läßt bei solchen Blumen frühere Stufen gleichfalls zweckmäßiger Ausbildung erkennen.

6) Die Insekten bestäuben sich meist nicht beim Anfliegen, sondern bei dem Aufenthalt in der Blume und beim Zurückfliegen aus derselben. Eine Ausnahme machen bisweilen größere, wagerecht ausgebreitete Blumengesellschaften wie die Umbelliferen. Die Narbe wird meist beim Anfliegen befruchtet.

7) Mehr Staubgefäße als Karpelle und Narben finden sich deshalb, weil zur Befruchtung dieser nur ein Korn des Blütenstaubes erforderlich ist, aber dem Insekt eine hinreichende Menge Staub dargeboten werden muß. Dr. E. Roth. Berlin.

Kulturgeschichte der Menschheit in ihrem organischen Aufbau. Von **Julius Lippert**. I. Band. 640 S. gr. 8°. Stuttgart. 1886. F. Enke.

Das Zurückkehren zu den Anfängen der menschlichen Kultur, um deren allmähliche Entwickelung und Fortschritte klarzulegen, ist eine interessante Aufgabe, welche Lippert's vorliegendes Buch mit Verwertung aller einschlägigen Kenntnisse versucht. — Die größte Sorge des Menschen bleibt stets der Hunger — die Lebensfürsorge bildet den Grundantrieb zur Kulturentwickelung. Um sich zu sättigen, schwingt er seine erste Waffe: Stein und Stock, und gesättigt, verbringt er seine Zeit in gleichgültiger Faulheit. Wie der Wilde unserer Tage, war in dieser Hinsicht wohl auch der Mensch der Diluvialzeit. An der Vervollkommnung seiner Waffe bildet er seinen Geist, mit diesem seine Sprache. Die Bedürfnisse, welche die Jahreszeiten in ihm erwecken, zwingen ihn, an die Zukunft zu denken, und die primitivsten sozialen Verhältnisse setzen zugleich auch die ersten Elemente des Rechtes an. Die Furcht vor den Elementarereignissen flößt den Kultus des mächtigen Unbekannten ein. Nebst der Not treibt die Liebe des Schmucks zur künstlerischen Thätigkeit. Die Ideale des Urmenschen sind aber Kraft und Macht.

Das Feuer kann dem Menschen aus drei Quellen gegeben worden sein: vom Blitz, vom Vulkan oder vom Zusammenstoß von Steinen. So wie es gegeben ist, bildet es ein Vereinigungsmittel der Familien, welche es pflegen müssen, damit es nicht verlösche.

Die erste Zelle des gesellschaftlichen Lebens bildet Mutter und Kind. Die Zeit des Mutterrechts geht jener des Vaterrechts voraus (siehe das Referat über Lippert's „Geschichte der Familie“ in diesem Jahrgang). Der Tod läßt den Menschen an die Zeit nach dem Tode denken, der Traum an die Geister und deren Allmacht, und unter der Herrschaft der Gefühle und Gedanken entwickelt sich die Sprache. Überall bilden hierbei dieselben Laute seine ersten Worte. —

Die älteste menschliche Rasse scheint die rote gewesen zu sein. Sie bewohnte Afrika, Asien und Amerika. Später verdrängen sie: die arische, die semitische und die schwarze Rasse.

Der Mord des Erstgebornen scheint ursprünglich überall bestanden zu haben. Später tötete man die Kinder nach Wahl, wie dies noch bei den Griechen und Römern der Fall war.

Auf die Skizzierung der verschiedenen Verschiebungen und Wanderungen der Völker einzugehen, wäre zu lang; die Aufgabe des zweiten Bandes, welcher dem an interessanten Details reichen ersten Bande folgen soll, wird es sein, das soziale Leben des Menschen aus jenen Elementen entstehen zu lassen, welche der erste Teil des Werkes behandelt und aus welchem wir hier sozusagen Stichproben gegeben haben. Wen die Kulturgeschichte der Menschheit näher interessiert, wird das Buch selbst lesen müssen, dessen Darstellung eine genetische und pragmatische ist.

Sch.

Dr. Ernst Kalkowsky: Elemente der Lithologie. Für Studierende bearbeitet. Heidelberg, C. Winter. 1886. 8°. VIII u. 316 S. Mk. 8.—.

Unter den bisher erschienenen kürzeren Lehrbüchern der Petrographie nimmt das vorliegende entschieden den ersten Rang ein. Völlige Beherrschung und glückliche Auswahl des Stoffes, reiche eigene Erfahrungen des Verf. im Felde und im Laboratorium sowie Kürze und Klarheit des Stiles sichern den „Elementen“ einen dauernden Erfolg.

Der Verf. bedient sich des Wortes „Lithologie“ statt „Petrographie“, denn es soll eine „Lehre von den Gesteinen“, nicht eine „Beschreibung der Felsen“ gegeben werden. Wenn Ref. überhaupt geneigt wäre, die fast ganz allgemein angewendete Bezeichnung „Petrographie“ gegen eine andere zu vertauschen, so würde er „Petrologie“ vorziehen. Doch liegt kein Grund vor, den Namen der Petrographie zu ändern, denn nicht der Name, sondern die Definition (sowie die geschichtliche Entwickelung) umgrenzt das Gebiet einer Wissenschaft.

Der erste „Allgemeine Teil“ der Elemente ist in sieben Kapitel gegliedert. In den Kapiteln I—V werden das Verhältnis der Petrographie zur Geologie, ferner die Zusammensetzung, die Lagerung und die Struktur der Gesteine, sowie die gesteinsbildenden und gesteinsumändernden Vorgänge in zutreffender Weise erörtert.

Im VI. Kapitel, „Klassifikation“, bespricht Verf. die für die Einteilung der Gesteine verwendbaren Verhältnisse. Im Gegensatz zu der bisher meist üblichen, recht unbefriedigenden ersten Einteilung der Gesteine in einfache und gemengte sondert der Verf. (wie schon früher v. Hochstetter) dieselben nach ihren allgemeinen genetischen Verhältnissen in zwei Abteilungen. Das Material der Gesteine bewegt sich bei der Entstehung derselben entweder von unten nach oben oder von oben nach unten. Erstere Gesteine werden vom Verf. „anogen“, letztere „katogen“ genannt. Die alten Bezeichnungen „eruptiv“ und „sedimentär“ bedeuten zwar so ziemlich dasselbe, jedoch dürften die Benennungen des Verf. vielleicht den Vorzug verdienen, besonders auch deshalb, weil „anogen“ im Gegensatz zu „eruptiv“ für die Magmen keinerlei Aktivität in Anspruch nimmt. Die fernere Einteilung der anogenen, und soweit möglich auch diejenige der katogenen Gesteine in „Familien“ erfolgt in gewohnter Weise nach der chemischen Zusammensetzung, bez. der mineralischen als Ausdruck derselben, nach dem Alter und nach der Struktur der Gesteine. Doch war Verf. bestrebt, der mineralischen Zusammensetzung kein zu großes Gewicht beizulegen, sondern möglichst wenig Familien zu unterscheiden und den einzelnen Familien zuzurechnen, was sich auch geologisch als zusammengehörig erweist. Leider hat der Verf. unterlassen, zu zeigen, warum sich aus den erörterten Grundsätzen die von ihm später angewendete Klassifikation ergibt. Eine solche Darlegung, verbunden mit übersichtlicher Tabelle des Systems, erscheint jedoch, besonders für ein Lehrbuch, unbedingt notwendig, und die letztere ist ein wesentliches Hilfsmittel des Studiums.

Der allgemeine Teil schließt mit „VII. Lithologische Untersuchungsmethoden". Es dürfte naturgemäßer erscheinen, dieses Kapitel der Besprechung der allgemeinen Eigenschaften der Gesteine voranzustellen. Hierdurch würde nebenher noch erreicht, daß auf das Kapitel über die Systematik, welches seinem Wesen nach den Übergang zum speziellen Teil bildet, der letztere unmittelbar folgt. Auch seinem Inhalte nach ist das VII. Kapitel nicht ganz befriedigend. Der Verf. gibt wohl eine kurze und dabei an treffenden Bemerkungen reiche Besprechung der wichtigsten Sätze der Krystalloptik, der mikrochemischen Reaktionen, der Isolierung der Gemengteile u. s. w., aber es fehlt eine mikroskopische Physiographie der gesteinsbildenden Minerale. Vermutlich nimmt Verf. an, dieselbe gehöre in das Gebiet der Mineralogie. Doch da die Einführung des Mikroskopes in die mineralogisch-geologische Wissenschaft hauptsächlich durch die Petrographen erfolgt ist, so hat sich jene Verteilung des Stoffes herausgebildet, wonach die mikroskopische Physiographie der Minerale bei Besprechung der „Mineralogie" nur beiläufig erwähnt, in der Petrographie jedoch ausführlich erörtert wird. Da ferner diese Verteilung des Stoffes daher rührt, daß die Untersuchungsmethoden der mikroskopischen Mineralogie mit derjenigen der mikroskopischen Petrographie völlig identisch, hingegen von denjenigen der Mineralogie im gewöhnlichen Umfange wesentlich verschieden sind, so scheint die erwähnte Verteilung des Stoffes sachgemäß und dauernd zu sein, und bildet die mikroskopische Charakterisierung der gesteinsbildenden Mineralien wegen ihrer grundlegenden Bedeutung für die Petrographie ein wichtiges einleitendes Kapitel zu letzterer Wissenschaft, welches füglich in einem Lehrbuch der Petrographie nicht weggelassen werden darf. Wegen des Fehlens dieses Kapitels benötigt der Studierende zum Studium der Petrographie neben des Verf. Elementen noch eines anderen Lehrbuches, welches die mikroskopische Physiographie der Minerale enthält.

Im zweiten „Eingehenden Teile" schildert der Verf. die einzelnen Gesteinsfamilien. Die von ihm getroffene Anordnung ist die folgende:

A. Anogene Gesteine, umfassend die Familien der Granite, Felsitporphyre, Liparite, Syenite, Syenit-Porphyre, Trachyte, Diorite, Porphyrite, Andesite, Diabase, Melaphyre, Basalte, Phonolithe, Leucitite, Nephelinite.

B. Katogene Gesteine, umfassend die Familien der Gneisse, Granulite, Hälleflinten, Porphyroide, Glimmerschiefer, Chlorit- und Talkgesteine, Amphibolite, Grünschiefer, Eklogite, Granatite, Gabbro, Pyroxenite, Peridotite, Phyllite, Thonschiefer, Thongesteine, Quarzite, Kieselgesteine, Sandsteine, Karbonatgesteine, Haloidgesteine, Eisenerze, Kohlen, Konglomerate.

Bemerkenswert ist die eingehende Gliederung und Besprechung der krystallinischen Schiefer. Die Tuffe werden wegen des innigen geologischen Zusammenhanges bei den zugehörigen anogenen Gesteinen besprochen. Der Sand findet seine Stelle bei den Sandsteinen, der Kies und die Schotter bei den Konglomeraten.

Die einzelnen Familien werden in vorzüglicher Weise besprochen und werden nicht nur die mineralischen Gemengteile und die geologischen Eigenschaften, sondern auch die chemische Zusammensetzung der Gesteine in sehr korrekter Weise angegeben. An der Spitze der Beschreibung jeder Gesteinsfamilie gelangen 6—10 vollständige Analysen gut untersuchter und genau bezeichneter Vorkommnisse zur Mitteilung, welche die Schwankungen möglichst zur Anschauung bringen; eine Angabe einer sog. mittleren Zusammensetzung wird streng vermieden. Doch wie eine Übersicht des Systems fehlt, so fehlen auch die Charakterisierungen der Familien. Man kann erraten, daß der Verf. durch Vermeidung jeder bestimmten Abgrenzung ein möglichst getreues Bild der Natur geben will. Doch mag man über die Abgrenzung und den Wert der Gesteinsgruppen denken wie auch immer, für die Zwecke des Studiums ist es unumgänglich notwendig, den einzelnen Gesteinsgruppen eine kurze Diagnose zu geben, welche sich auf die Verhältnisse der mineralogischen Zusammensetzung, der Struktur und des Alters stützt. Der Mangel an übersichtlicher Zusammenfassung der mineralischen Gemengteile der einzelnen Gesteine geht leider so weit, daß die Abschnitte der Einzelbeschreibungen „Mineralische Zusammensetzung" keine Zusammenstellung der betreffenden Minerale und Einteilung derselben, etwa in nicht vertretbare und vertretbare wesentliche und charakteristische und anderweite accessorische Gemengteile enthalten, sondern es wird jedes Mineral, bez. jede Mineralgruppe (im Sinne der Mineralogie) ausschließlich

in einem besonderen, allerdings durchgängig wohlgelungenen Paragraphen behandelt.

Abgesehen von den erwähnten, sehr leicht zu verbessernden Mängeln sind die „Elemente“ in mustergültiger Weise verfaßt und können jedem, der sich mit petrographischen Studien befassen will, als ein eingehendes und zuverlässiges Lehrbuch empfohlen werden. Fast durchgängig kann man den Ausführungen des Verf. beistimmen, und dürften wohl nur die Definition der Laccolithe und der Abschnitt über die Gabbro eine weiter gehende Anfechtung erleiden. Ganz besondere Anerkennung verdient, daß es dem Verf. gelungen ist, die „Elemente“ jener Ansicht gemäß zu gestalten, welche er selbst mit folgenden Worten vertritt: .... „nie und nimmer kann ein Gestein, aus dem natürlichen Zusammenhang herausgerissen, in geringer Menge untersucht, seinem wahren Wesen nach erkannt werden .... erst wenn ein Gestein in allen geologischen Beziehungen möglichst genau bekannt ist, und wenn darauf bei der lithologischen Untersuchung gehörig Rücksicht genommen wird, kann letztere einen vollen Wert besitzen.“

Dresden. Heinrich Vater.

Methodik der Krystall-Bestimmung. Von Dr. Aristides Brezina, Kustos am k. k. mineralog. Hof-Kabinette, Privatdozent an der Universität Wien. Wien 1884. Gerold's Sohn. 8°. XIV. 359 p. Mit 1 lith. Taf. und 93 Holzschnitten. (A. u. d. T.: Krystallographische Untersuchungen an homologen und isomeren Reihen. Eine von der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien mit dem A. Freiherrn v. Baumgartner'schen Preise gekrönte, durch einen methodologischen Teil vermehrte Schrift. I. Teil. Methoden.) Mk. 16. —

Dieses Werk, welches der Kais. Akademie zur Beurteilung nicht mit vorlag, bildet ein selbständiges Lehrbuch, in dem von Homologie und Isomerie nicht im entferntesten die Rede ist, sondern eine umfassende und gut durchgearbeitete Darlegung der vom Verf. angewendeten Methode, die geometrischen Eigenschaften der Krystalle zu ermitteln, geboten wird.

Der erste Abschnitt „Winkelmessung“ (S. 1—114) enthält eine vollständige Theorie des Fernrohrs und eine eingehende Beschreibung des vertikalen Goniometers. Der Gang der Lichtstrahlen sowie der Einfluß, welchen Ungenauigkeiten in Konstruktion oder Einstellung des Goniometers auf das Ergebnis der Messung ausüben, werden mathematisch erörtert.

Im zweiten Abschnitt „Kritik der Messungen. Beobachtungs- und Ausbildungsfehler“ (S. 114—156) finden wir eine ausführliche Darstellung der Anwendung der Gesetze der Wahrscheinlichkeit auf die Herleitung des wahrscheinlichsten Wertes des gemessenen Winkels aus den einzelnen Messungen. Die Ausbildungsfehler kommen hierbei selbstverständlich nur als thatsächlich vorhanden in betracht; eine Diskussion derselben wird nicht beabsichtigt. Leider hat Verf. unterlassen, die beim Aussuchen der zu messenden Krystalle so wichtige Beurteilung der Güte der gespiegelten Bilder bez. der Ebenheit (und Größe) der Flächen zu besprechen.

Im dritten Abschnitt: „Stereographische Projektion“ (S. 156—175) wird dieselbe mit Recht als die geeignetste Unterlage der Krystallberechnung hingestellt und in herkömmlicher Weise erörtert.

Der vierte Abschnitt ist der „Krystallberechnung“ (S. 175—317) gewidmet. Der Verf. lehrt die Berechnung aus den notwendigen Stücken sowie aus einer Überzahl von Winkeln mittels der Methode der kleinsten Quadrate. In pädagogisch richtiger Weise wird zuerst das asymmetrische System abgehandelt und dann die übrigen Systeme in der Reihenfolge der Zunahme ihrer Symmetrie angeschlossen. Die Bezeichnung der Flächen geschieht ausschließlich durch Indices, während es sicher großen Vorteil gewährt, die Indices und die Naumann'schen Symbole neben einander zu gebrauchen. Für das hexagonale System wird empfohlen, entweder die Symmetrieaxen oder die Kanten des primären Rhomboëders als krystallographische Axen anzuwenden, je nachdem bei der einen oder anderen Wahl die Reihenfolge der Einfachheit der Indices mit der Reihenfolge der Häufigkeit der Flächen besser übereinstimmt. Jede vorkommende logarithmische Ausrechnung wird durch ein Schema erleichtert, in welchem die Reihenfolge aller, auch der einfachsten Operationen (z. B. des Aufschlagens der Logarithmen) angegeben wird. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß Verf. hierin zu weit gegangen ist.

Alle in den Abschnitten 1—4 angegebenen Operationen werden an einem gut gewählten Beispiele (die asymmetrische Krystallform des Chloroplatinates der Cinchoninsäure, neue Beobachtung des Verf.) in anschaulichster Weise erläutert.

Anhangsweise wird noch in einem 5. Abschnitt die annäherungsweise Orientierung der ausgezeichneten optischen Richtungen der Krystalle mit dem vom Verf. verbesserten SCHNEIDER'schen (ADAM'schen) Apparat kurz besprochen.

Bei der Ausarbeitung seines Werkes beabsichtigte der Verf. zweierlei: einerseits sollten die Operationen u. s. w. in der nämlichen Reihenfolge besprochen werden, in welcher sie bei der wirklichen Untersuchung vorgenommen werden; „anderseits sollte besonders dem Anfänger das Herumtasten erspart werden, das namentlich dann eintritt, wenn für jede Bestimmung mehrere Wege gegeben sind, von denen in Wirklichkeit doch meist nur einer bequem gangbar zu sein pflegt."

Um das erstere dieser Ziele zu erreichen, schlägt der Verfasser in der Darstellung (besonders des vierten Abschnittes) einen für ein Lehrbuch neuen Weg ein. Statt die zur Krystallbestimmung nötigen Kenntnisse aus der geometrischen Krystallographie und der sphärischen Trigonometrie entweder als bekannt vorauszusetzen oder, was vorzuziehen, in einleitenden Kapiteln vorzuführen, werden die krystallographischen Gesetze und trigonometrischen Formeln stets an der Stelle, wo sie bei der Krystallbestimmung angewendet werden, ausführlich besprochen. Auf diese Weise wird der vierte Abschnitt: „Krystallberechnung" eine eigenartige Verflechtung von Krystallberechnung, allgemeiner Krystallographie und Trigonometrie. Wenn auch erfahrungsgemäß die Anweisungen, welche der Dozent dem praktizierenden Studierenden erteilt, sich notgedrungen mehr oder minder in der vom Verf. gewählten Darstellungsweise bewegen müssen, so dürfte doch für ein Lehrbuch die von NAUMANN, KLEIN, LIEBISCH (in seiner geom. Kryst.) u. a. innegehaltene Sonderung der verschiedenen Disziplinen zu verschiedenen Kapiteln den Vorzug verdienen. Auch ist die vom Verf. gewählte Darstellungsweise gar nicht gleichmäßig durchführbar, denn wenn auch die Sätze der sphärischen Trigonometrie u. dergl. ausführlich gegeben werden, so muß aus nahe liegenden Gründen in anderen Paragraphen die Differentialrechnung und die Kenntnis der Bedeutung der Determinanten als bekannt vorausgesetzt werden.

Das fernere Streben des Verf., dem Anfänger das Herumtasten zu ersparen, hat darin seinen Ausdruck gefunden, daß der Verf. für jede Operation ausschließlich die ihm am einfachsten und besten erscheinende Methode unter vollständiger Weglassung aller übrigen Methoden angegeben hat. Wenn diesem Verfahren auch in gewissem Sinne die Zweckmäßigkeit nicht abzusprechen ist, so dürfte dasselbe doch kaum unumschränkt zu billigen sein. Denn abgesehen davon, daß die vom Verf. als die zweckmäßigsten angesehenen Methoden dies schwerlich auch durchgängig in den Augen der Fachgenossen sind (ganz besonders gilt dies von der Messung mit dem vertikalen Goniometer), so hat ein Lehrbuch der Krystallbestimmung außer der vom Verf. vorzüglich gelösten Aufgabe, eine Methode der Krystallbestimmung zu lehren, auch noch die weitere Aufgabe, das Verständnis der Krystallbeschreibungen der verschiedenen Autoren zu ermöglichen. Aus diesem Grunde müssen alle sich einer gewissen Verbreitung erfreuenden Darstellungsweisen, auch wenn sie dem Verf. unzweckmäßig erscheinen, einigermaßen erörtert werden. Diese letztere Aufgabe ist jedoch vom Verf. nicht im geringsten berücksichtigt worden, fehlt doch sogar ein Hinweis auf QUENSTEDT's Projektion, ebenso, wie schon erwähnt, die Herleitung der NAUMANN'schen Symbole.

Zwei fernere Abschnitte, welche vielleicht nicht gerade unmittelbar zur Krystallbestimmung gehören, sich aber mindestens auf das engste an dieselbe anschließen, hätten recht zweckentsprechend noch Aufnahme finden können: die perspektivische Krystallprojektion und die für die chemische Krystallographie so wichtige Transformation der Elemente.

Unstreitig wird Verf. durch Veröffentlichung seiner Methodik wesentlich dazu beitragen, daß immer weitere Kreise sich mit der angewandten Krystallographie beschäftigen, und derselbe hat im 1. und 2. Abschnitt durch eine sachgemäße Zusammenstellung von bisher in den verschiedensten Werken und Zeitschriften zerstreuten Darstellungen und Erörterungen auch dem Fachmann einen wesentlichen Dienst geleistet.

Dresden. HEINRICH VATER.

Abschiedswort des Herausgebers.

Mit diesem Hefte hört der »Kosmos«, wie schon in voriger Nummer mitgeteilt wurde, als selbständige Zeitschrift zu existieren auf und es tritt eine Verschmelzung desselben mit dem »Humboldt« zu gunsten des letzteren ein.

Obwohl sich der »Kosmos« während der beinahe zehn Jahre seines Bestehens immer eine angesehene Stellung unter den wissenschaftlichen Zeitschriften gewahrt und die Sache des Darwinismus getreulich vertreten hat, ist es ihm leider doch nie gelungen, sich die Gunst weiterer Kreise in dem Maße zu erwerben, wie es seine Freunde im Anfang wohl gehofft und erwartet hatten; und da auch die letzten Jahre trotz vieler Bemühungen und Opfer der Beteiligten hierin keine wesentliche Änderung brachten, so blieb nichts übrig, als für jetzt auf die weitere Durchführung seines Programms zu verzichten.

Es würde nicht am Platze sein, die mancherlei Ursachen dieses Ausgangs unserer Bestrebungen hier zu erörtern. Nur das eine glaube ich aussprechen zu sollen, daß nämlich die dem »Kosmos« gestellte Aufgabe in gewissem Sinne als gelöst gelten kann. Die Ideen der Entwickelungslehre sind heutzutage nicht bloß in den biologischen Wissenschaften zu unbestrittener Herrschaft gelangt, sie gelten bereits auch auf allen anderen Forschungsgebieten als selbstverständliche und unentbehrliche Voraussetzung, und niemand fällt es mehr ein, zu bezweifeln, daß sie auf die gesamte wissenschaftliche Thätigkeit der letzten Dezennien einen ungemein befruchtenden und segensreichen Einfluß ausgeübt haben und ihn in Zukunft gewiß in noch erhöhtem Maße ausüben werden. Zu diesen Erfolgen sein wenn auch bescheidenes Teil mit beigetragen zu haben, darf sich der »Kosmos« wohl rühmen. Gegenwärtig nun bedarf eigentlich der Darwinismus, soweit es sich um die allgemeine Geltendmachung seines Prinzips in der Wissenschaft handelt, eines besonderen Organs nicht mehr. — Um so dringlicher und notwendiger freilich erscheint es, daß das größere, unmittelbar mit jenem zusammenhängende Problem, Denken und Leben unseres ganzen Volkes dem neuen Ideenkreis gemäß umzugestalten, von berufener Seite in die Hand genommen, auf naturwissenschaftlich-philosophische Grundlage gestellt werde — ein Bestreben, dem sicherlich die Zukunft gehört. Aber ein im Dienste dieser Idee stehendes, weit über den jetzigen Rahmen des »Kosmos« hinausgreifendes Unternehmen würde ebensowenig als Fortsetzung des letzteren gelten können, als es etwa jetzt schon auf allgemeineren Beifall rechnen dürfte; seine Verwirklichung muß günstigeren Zeiten vorbehalten bleiben.

Indem ich damit vom »Kosmos« und seinen Lesern Abschied nehme, kann ich nicht umhin, den letzteren allen aufrichtig zu danken für die freundliche Nachsicht und die wohlwollende Teilnahme, die sie meiner Thätigkeit als Herausgeber dieser Zeitschrift in den letzten vier Jahren bewiesen haben. Meinen vielen treuen Mitarbeitern aber gebührt mein herzlichster Dank für die unschätzbar wertvolle Unterstützung, deren ich mich von ihrer Seite stets habe erfreuen dürfen.

Dresden, im Dezember 1886. **B. Vetter.**

Ausgegeben den 15. Januar 1887.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00876 3708